

22/446(655)

Samen werken aan een veerkrachtig watersysteem

Beoordeling van projecten voor hoogwaterproblematiek in de provincie Noord-Brabant en de provincies Antwerpen en Limburg (België)

**L.C.P.M. Stuyt
C. Kwakernaak
P.J.T. van Bakel**

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"
Droevendaalsesteeg 3a
6708 PB Wageningen

Rapport 655

955934

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1999

REFERAAT

Stuyt, L.C.P.M., C. Kwakernaak, P.J.T. van Bakel. *Samen werken aan een veerkrachtig watersysteem; Beoordeling van projecten voor hoogwaterproblematiek in de provincie Noord-Brabant en de provincies Antwerpen en Limburg (België), 1999*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 655. 72 blz.; 1 fig.; 28 tab.; 2 aanh.

In de provincies Noord-Brabant, Antwerpen en Belgisch Limburg is een inventarisatie uitgevoerd naar projecten die gericht zijn op de aanpak van de hoogwaterproblematiek in het Nederlands-Belgische grensgebied. Van de 83 projecten zijn 37 subsidiabel in het kader van het Europese subsidieprogramma IRMA (Interregionale Rijn en Maas Activiteiten). Er is een schatting gemaakt van de financiële middelen die de komende jaren voor realisatie van deze projecten nodig zijn. Gecoördineerde uitvoering, ook in internationaal verband, van de in de projecten voorgestelde maatregelen levert in het IRMA-Projectgebied oostelijk Noord-Brabant, inclusief de grensregio, een aanzienlijke bijdrage aan de bestrijding van de hoogwaterproblematiek.

Trefwoorden: beek, hoogwaterstand, hydrologie, rivier, stroomgebied, waterbeheer.

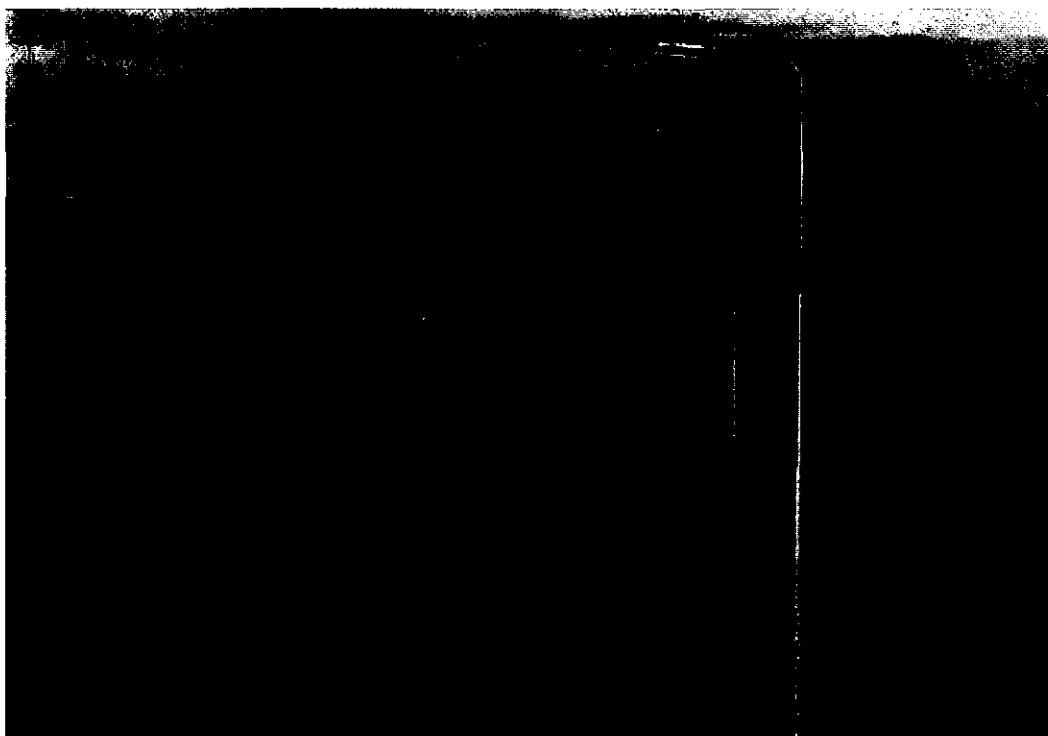
© 1999 DLO Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC-DLO),
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Kader en doelstelling	21
2 Beschrijving van de projectgebieden	23
2.1 Deelgebieden en actoren	23
2.2 Beschrijvingen	23
3 Knelpunten van wateroverlast	25
3.1 Het recente verleden	25
3.2 Verwachte ontwikkelingen	25
4 Aansluiting bij ontwikkelingen in het beleid	27
5 Principes van aanpak	29
5.1 Principe 1: ruimte voor water en water langer vasthouden	29
5.1.1 Strategisch voorraadbeheer	29
5.1.2 Meekoppeling	29
5.1.3 Grootchalig en gecoördineerd	30
5.2 Principe 2: Planning en inrichting	30
5.3 Principe 3: Inrichting en beheer	31
6 Inventarisatie van de projecten	35
6.1 Maatregelen in het stedelijk gebied	37
6.2 Maatregelen in de groene ruimte	39
6.3 Vergroten van de kennis over hoogwater	40
7 Beoordelingscriteria voor te nemen maatregelen	41
7.1 Beoordeling van het totale pakket	41
7.1.1 Vermindering van hoogwaterrisico's	41
7.1.2 Innovativiteit	42
7.1.3 Samenwerking	43
7.1.4 Internationaliteit	44
7.2 Beoordeling van de verschillende soorten maatregelen	45
7.2.1 Maatregelen in het stedelijk gebied	45
7.2.2 Maatregelen in het landelijk gebied	50
7.2.3 Onderzoeksprojecten	55
8 Mogelijke bijdragen aan hoogwaterreductie	57
Literatuur	61
Aanhangsel A Effecten van maatregelen	63
Aanhangsel B Overzicht van de IRMA-projecten in de provincies Noord-Brabant, Antwerpen en Limburg (België)	67



Bron: foto, blz. 22, module crisisbeheersing, Nationaal Coördinatiecentrum, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, foto's ANP, Hollandse Hoogte

Woord vooraf

In opdracht van de provincie Noord-Brabant heeft DLO-Staring Centrum een inventarisatie uitgevoerd naar maatregelen en projecten, gericht op de aanpak van de hoogwaterproblematiek in het Nederlands-Belgische grensgebied. Bij het project waren, naast de provincie Noord-Brabant, de volgende instanties betrokken: de Belgische provincies Antwerpen en Limburg, de Noord-Brabantse waterschappen en hoogheemraadschappen, diverse gemeenten in de provincie Noord-Brabant en Rijkswaterstaat.

De directe aanleiding voor deze inventarisatie is de instelling van het Europese subsidieprogramma Interreg IIc, waarin transnationale samenwerking op het gebied van de ruimtelijke ordening, hoogwaterbestrijding en anti-verdrogingsmaatregelen wordt gestimuleerd. De hoogwaterbestrijding is ondergebracht in het zogenaamde Interregionale Rijn en Maas Activiteiten (IRMA) programma. Dit programma is tot stand gekomen naar aanleiding van de hoogwaterproblematiek langs Rijn en Maas in 1993 en 1995. Het projectgebied had toen ernstig te kampen met wateroverlast, en het belang van een internationale, duurzame aanpak is toen onderkend.

In dit 'koepelrapport' zijn alle projectvoorstellen die door de initiatiefnemers voor een IRMA-bijdrage zullen worden aangemeld, gebundeld. Hierdoor is het mogelijk de effectiviteit van de cluster van voorgestelde maatregelen te beoordelen, met name in het projectgebied oostelijk Noord-Brabant, dat in principe voor een bijdrage uit het IRMA-programma in aanmerking komt. De maatregelen zijn beoordeeld op hydrologische effectiviteit, innovativiteit, samenwerking, internationaliteit, technische haalbaarheid, planologische en bestuurlijke haalbaarheid en het maatschappelijk draagvlak. Tevens is een schatting gemaakt van de voor implementatie benodigde financiële middelen.

Alle betrokken instanties (zowel Nederlandse als Belgische) hebben enige malen plenair overleg gevoerd. In juni 1998 heeft de provincie Noord-Brabant een eerste inventarisatie van projecten gemaakt en een concept-koepelnotitie ontwikkeld. In augustus 1998 is gestart met de definitieve inventarisatie van hoogwaterprojecten voor het projectgebied, middels een elektronisch enquêteformulier.

Dhr. F.A.M. Helmich en Mw. L.A. Heuer hebben een aanzienlijke bijdrage geleverd aan de totstandkoming van dit rapport.

Dit project is begeleid door een zogenaamde IRMA-Projectgroep, bestaande uit:

- R. Awouters (Provinciaal bestuur Limburg (België))
- P. Boel (RPD)
- Th. Bokstein (Gemeente 's-Hertogenbosch)
- A. van Broekhoven (Rijkswaterstaat)
- C.H.B.M. Ceelaert (Waterschap de Maaskant)
- B. Cornelissen (Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch)
- B. Cortenraad (Gemeente 's-Hertogenbosch)
- J.C. van Doeselaar (Waterschap het Scheldekwartier)
- S. van Gulik (Waterschap de Dommel)

- F.A.M. Helmich (Provincie Noord-Brabant)
- L.A. Heuer (Provincie Noord-Brabant (secretaris))
- G. Kant (Waterschap de Dommel)
- F. Kouwe (Waterschap de Dommel)
- C. van Lieren (Waterschap de Dongestroom)
- R. de Louw (Waterschap de Aa)
- J.H.M. Pronk (Waterschap Land van Nassau)
- J. van Rheenen (Ministerie van LNV, Dienst Landelijk Gebied)
- A.S.W. Span (Provincie Noord-Brabant (voorzitter))
- A.J.A. Sweere (Waterschap de Dongestroom)
- F. van Swol (Gemeente Eindhoven)
- Dhr. de Vaan (Gemeente Breda)
- R. van Venetië (Ministerie van VROM)
- D.L. Vermuë (Waterschap Land van Nassau)
- W. Verhoeven (Provinciaal bestuur van Antwerpen)
- K. Vos (Gemeente 's-Hertogenbosch)
- P. Winsemius (Hoogheemraadschap van West-Brabant)
- J.V. Witter (Hoogheemraadschap van West-Brabant)
- L. van Zutven (Waterschap Mark en Weerij)

De auteurs van dit Koepelrapport en de provincie Noord-Brabant zijn de leden van de IRMA-Projectgroep zeer erkentelijk voor hun stimulerende bijdragen aan dit project.

Uitgebreide samenvatting

Aanleiding en doel

De provincies Noord-Brabant, Antwerpen en Belgisch Limburg hebben samen met de negen Noord-Brabantse waterschappen, diverse gemeenten, Rijkswaterstaat en het Staring Centrum een inventarisatie uitgevoerd naar maatregelen en projecten gericht op de aanpak van de hoogwaterproblematiek in het Nederlands-Belgische grensgebied. De directe aanleiding voor deze inventarisatie was de instelling van een Europees subsidieprogramma, het zogenaamde Interregionale Rijn en Maas Activiteiten (IRMA) programma. Dit programma is tot stand gekomen naar aanleiding van de hoogwaterproblematiek langs Rijn en Maas in 1993 en 1995. Ook het projectgebied had toen ernstig te kampen met wateroverlast. Zo dreigden in 1995 delen van 's-Hertogenbosch onder water te lopen. Het belang van een internationale aanpak en duurzame aanpak voor Nederland, als deltagebied aan het eind van de 'pijpleiding', is toen duidelijk gebleken.

Deze koepelnotitie is bedoeld als een inventarisatie van hoogwaterprojecten in het Nederlands-Belgische grensgebied en als een nadere toelichting op alle individuele projectvoorstellen die in de loop van 1998 en 1999 door de initiatiefnemers zelf voor een Europese IRMA-bijdrage zullen worden aangemeld. Met dit koepelnotitie kan tevens een schatting gemaakt worden van de financiële middelen die in de komende jaren nodig zijn om de ambities in deze regio waar te maken. Dit koepelnotitie geeft tevens een globaal inzicht in de effectiviteit van voorgestelde maatregelen. Hieruit blijkt dat de voorgestelde maatregelen een aanzienlijke bijdrage leveren aan de bestrijding van de hoogwaterproblematiek in de grensregio.

Hoewel de regio al volop aan de slag is met de bestrijding van wateroverlast komen de projecten ten gevolge van budgettaire en procedurele redenen vaak traag van de grond. Opname van deze projecten in het IRMA-programma zal daarom leiden tot een versnelling en een gecoördineerde uitvoering van genoemde projecten.

Projectgebied

Het koepelnotitie heeft betrekking op maatregelen in de volgende twee deelstroomgebieden van de Maas:

- Projectgebied oostelijk Noord-Brabant en een deel van Belgisch Limburg: de stroomgebieden van de Dommel, Aa, Hertogswetering, Hoge Maaskant, Zandleij, Donge, Maas- en Diezepolders, Alm en Biesbosch.
- Projectgebied Westelijk Noord-Brabant en een deel van Belgisch Antwerpen: de stroomgebieden van Dintel, -Mark, -Vlietsysteem, polders langs Amer, Hollands Diep, Zoommeer.

In de projectgebieden liggen grote stedelijke kernen (Eindhoven, Tilburg, 's-Hertogenbosch, Oss, Breda, Roosendaal). In totaal wonen er bijna 2,5 miljoen mensen. De bedrijfseconomische belangen zijn er groot (bijvoorbeeld Philips te Eindhoven) en er liggen enkele belangrijke transportassen in noord-zuid- en oost-west-richting.

Aanpak

Vanaf maart 1998 hebben er in Noord-Brabant meerdere bijeenkomsten in het kader van het IRMA plaatsgevonden, waarbij alle betrokken instanties (zowel Nederlandse als Belgische) aanwezig waren. In juni 1998 heeft de provincie Noord-Brabant een eerste inventarisatie van projecten gemaakt en een concept-koepelnotitie ontwikkeld. In augustus 1998 is gestart met een definitieve inventarisatie van hoogwaterprojecten voor het projectgebied middels een elektronisch enquêteformulier. Vervolgens bleek een deel van het projectgebied (westelijk Noord-Brabant) vooralsnog buiten het IRMA-programmagebied te vallen.

Bovendien was de begeleidingscommissie van mening dat alleen concrete, op korte termijn uitvoerbare projecten in het uiteindelijk overzicht meegenomen konden worden. Een tweede ronde in het oostelijke deel van het studiegebied werd noodzakelijk geacht om de 'hardheid' van de projecten nog eens kritisch te toetsen. Deze tweede ronde is uitgevoerd in de maanden oktober en november. Veel initiatiefnemers hebben deze tijd benut om de projectvoorstellen verder te concretiseren aan de hand van IRMA-formulieren.

Daarnaast is in deze koepelnotitie een analyse uitgevoerd naar de hydrologische effectiviteit van alle mogelijke maatregelen in het studiegebied die gericht zijn op de reductie van hoogwater. Al deze maatregelen zijn door deskundigen beoordeeld op de aspecten van innovativiteit, samenwerking, internationaliteit, technische haalbaarheid, planologische / bestuurlijke haalbaarheid en het maatschappelijk draagvlak.

Per 1 december 1998 zijn er in het gehele studiegebied in totaal 83 projecten geïnventariseerd die op de een of andere wijze bijdragen in de bestrijding van de hoogwaterproblematiek: in het westelijk deel 28 projecten en in het oostelijk deel 55 projecten. In de tweede ronde is in het oostelijk deel van het studiegebied voor 37 projecten een gedetailleerde omschrijving met begroting gegeven. Tevens werd vastgesteld dat deze projecten op kort termijn in uitvoering genomen kunnen worden. Van deze 37 projecten liggen er 20 in een stedelijke omgeving en 12 in het landelijk gebied. Daarnaast zijn 5 projecten gericht op onderzoek en ontwikkeling van een Hoogwater Informatie Systeem (HIS).

Knelpunten

Tijdens hoogwater treden er op verschillende plaatsen langs internationale en regionale rivieren min of meer ernstige vormen van wateroverlast op. Zo zijn in 1995 grote delen van het aangrenzende rivierengebied geëvacueerd. Daarnaast is door inundatie van het Bossche Broek de snelweg Amsterdam-Maastricht (A2) ca twee weken onder water gelopen en zijn diverse beekdalen langs de Dommel geïnundeerd. Door de aanleg van een noodbakke kon nog maar net voorkomen worden dat delen van 's-Hertogenbosch onder water liepen. Naar aanleiding van deze problemen is een studie uitgevoerd naar oplossingen van deze hoogwaterproblemen. Hieruit blijkt duidelijk de ernst van de hoogwaterproblematiek in oostelijk Noord-Brabant. De overstromingskans van 's-Hertogenbosch bedraagt in de huidige situatie één keer per 100 jaar.

Ook in westelijk Noord-Brabant heeft tijdens het hoogwater van 1995 ernstige wateroverlast plaatsgevonden, bijvoorbeeld rondom Breda. Een grote hoeveelheid water, afkomstig uit Nederland en België, moet hier via de nauwe stadssingels van Breda worden afgevoerd. In opdracht van het Hoogheemraadschap Westelijk Noord-Brabant, het waterschap Mark en Weerij en in overleg met Belgische autoriteiten is er een studie gaande naar oplossingen voor deze problematiek. In september en in november 1998 heeft er wederom ernstige wateroverlast plaatsgevonden in het Nederlands-Belgisch grensgebied. Ten gevolge van extreme regenval zijn op grote schaal polders en beekdalen onder water gelopen. De landbouwschade in zuidwest Nederland wordt geschat enkele tientallen miljoenen guldens. De recente wateroverlast bevestigt eens te meer de noodzaak om maatregelen te nemen.

Naar verwachting zullen de knelpunten in de toekomst alleen maar groter worden als er geen structurele maatregelen genomen worden. De verwachting is dat door klimaatsveranderingen de winters steeds natter worden en de rivierafvoeren toe zullen nemen. Ook worden de belangen en de economische waarde van omdijkte gebieden en dus ook de schaderisico's groter. Hoewel er enerzijds nog steeds een bepaalde maatschappelijke druk bestaat om langs rivieren en beken (dus in potentiële inundatiegebieden) te bouwen, worden anderzijds bestuurders zich steeds meer bewust van de noodzaak om maatregelen te treffen. Hier zit een zeker spanningsveld. Door de ontwikkelingen van de laatste jaren en zeker ook de laatste tijd, is er op rijksniveau en op regionaal niveau momenteel veel aandacht voor de aanpak van wateroverlast en de hoogwaterproblematiek. Rijkswisies ('Ruimte voor de rivier' en 'Ruimte voor water') krijgen hun vertaling in regionale plannen en initiatieven. Een dergelijke ruimtelijke benadering wordt ook in de regio van essentieel belang geacht.

Beleidsontwikkelingen en strategieën

De aanpak van wateroverlast en hoogwater in de Nederlands-Belgische grensstreek is gebaseerd op het herstel van de veerkracht van de watersystemen door het water (meer dan voorheen) in de bovenstroomse gebieden vast te houden. Dit kan door een groot aantal maatregelen worden gerealiseerd, zoals het aanleggen van retentiebekkens en -vijvers, bergbezinkbassins, het afkoppelen van verhard oppervlak en door plaatselijke vertraging van de afvoer. Een dergelijke vergaande duurzame aanpak vraagt om bestuurlijke daadkracht, maatschappelijk draagvlak, extra financiële middelen en maatwerk. Dit kan worden bevorderd door aan te sluiten bij de nieuwe ontwikkelingen in het beleid. Een bijdrage van de EU kan hierbij spreekwoordelijk fungeren als het laatste duwtje in de rug.

Een van de speerpunten van het provinciaal beleid in Noord-Brabant is het vergroten van de bergingscapaciteit in bodem en oppervlaktewater, om zo tot een duurzame oplossing te komen van het hoogwaterprobleem. Een ruimtelijke benadering wordt essentieel geacht. Deze provinciale visie wordt onderschreven door de waterbeheerders en is kort na 1995 uitgewerkt voor Oostelijk Noord-Brabant in het HOWABO. Het beschermingsniveau voor 's-Hertogenbosch is inmiddels vastgesteld op een inundatiefrequentie van hooguit 1 keer per 150 jaar i.p.v. 1 keer per 100 jaar, door het creëren van waterretentie in het Bossche Broek. Bovendien zijn afspraken gemaakt t.a.v. de bescherming van potentiële inundatiegebieden langs regionale

wateren, de uitwerking van het beschermingsniveau elders in de provincie en het ontwikkelen van een regionaal waarschuwingssysteem.

De uitwerking van de hoogwaterproblematiek is mede afhankelijk van de samenhang binnen het beleidsveld water (bijvoorbeeld samenhang tussen hoog- en laagwaterproblematiek, tussen grond- en oppervlaktewater en de samenwerking met organisaties en burgers. Deze samenhang wordt steeds beter onderkend. In de beleidsplannen van provincies en waterbeheerders wordt een groot beroep gedaan op belangengroepen en andere overheden te participeren in de ontwikkeling van het waterbeheer (open-plan-processen), er worden steeds meer gebiedsgerichte projecten opgezet waarin partijen met elkaar samenwerken om de uitvoering een impuls te geven. Via regionale en internationale samenwerking wordt gepoogd om zo snel mogelijk te komen tot oplossingen met een breed draagvlak.

Concreet hebben deze nieuwe beleidsvisies tot samenwerkingsverbanden in streekcommissies (Beerze Reusel, Boven-Dommel, Meierij, Peelvenen), landinrichtingscommissies, grensoverschrijdende stroomgebiedcomités (Markbekken, Dommelbekken), regionale samenwerking tussen gemeenten en waterbeheerders, en internationale samenwerking op rijksniveau (Actieplan Hoogwater Maas) geleid. Zowel in Nederland als in België wordt een ecologische hoofd structuur begrensd, wordt gewerkt aan een duurzame versterking van de functies op het platteland (bijvoorbeeld via NUBL en reconstructiewet in Nederland) en werken Boerenbond België en NCB Noord-Brabant samen om te komen tot een verbetering van de waterhuishouding op bedrijfsniveau. Deze initiatieven bieden goede kansen, ook voor hoogwaterbestrijding.

Principes

Principe 1: Water vasthouden, ruimte voor water

Het IRMA-programma (=Interregionale Rijn en Maas Activiteiten) is gericht op de bestrijding van de hoogwater-problematiek door stroomgebiedsgerichte maatregelen (thema 1), riviergerichte maatregelen (thema 2) en het vergroten van hoogwaterkennis (thema 3). In de projectgebieden oostelijk Noord-Brabant / Limburg en westelijk Noord-Brabant / Antwerpen betreft het voornamelijk thema 1 en thema 3 maatregelen. Riviergerichte maatregelen worden door de rivierbeheerder (hier Rijkswaterstaat Nederland) getroffen.

Maatregelen gericht op het vasthouden van water kunnen getroffen worden in de haarvaten van de watersystemen (waterconservering) en meer benedenstrooms, daar waar het water door inundatie schade aanbrengt (waterretentie). Door het combineren van functies en maatregelen wordt de haalbaarheid en de effectiviteit hiervan vergroot. Het vasthouden van water moet grootschalig worden uitgevoerd om de benedenstroomse effecten zichtbaar te maken. Waterbeheerders en provincies zien dit als een aanpak die op de lange termijn tot een duurzaam herstel van het watersysteem leidt.

Principe 2: Ruimtelijke relevantie, de watersysteembenadering als kader voor planning en inrichting

De projecten en maatregelen worden getoetst op hun ruimtelijke effecten. De ruimtelijke impact van maatregelen kan in het landelijk gebied via functiewijziging zijn uitwerking krijgen. Concreet gaat het dan bijvoorbeeld om omzetting van landbouwgebieden naar inundatie- en natuurontwikkelingsgebieden. Door waterhuishoudkundige maatregelen kan het grondwaterniveau worden beïnvloed met directe gevolgen voor het bodemgebruik. Dit hoeft geen wijziging in te houden van de functie van het gebied. Middels waterconservering, waterinfiltratie en wateraanvoer kan de grondwaterstand worden beïnvloed. Voor toepassing van deze maatregelen moet rekening gehouden worden met een tijdsfasering om tijdens hoogwaterperioden een bijdrage te kunnen leveren aan de bestrijding van wateroverlast.

In stedelijke gebieden komt de ruimtelijke relevantie vooral tot uitdrukking in de groene en blauwe zones. Als bij de inrichting van stedelijk gebied rekening wordt gehouden met het waterhuishoudkundig systeem wordt het effect van afvoer-reducerende maatregelen vergroot. Een effectieve maatregel zoals het afkoppelen van regenwaterafvoer van de riolering kan plaatsvinden door het regenwater te laten infiltreren of te bergen. De uitvoering kan op velerlei manieren geschieden: meer openbaar of particulier groen, bouwen op van nature geschikte locaties, aanleggen van grote waterpartijen (wonen aan het water), een bepaalde wijze van bouwrijp maken en de keuze voor een bepaald soort fundering. Steeds zullen genoemde maatregelen tot een aangepaste inrichting van het stedelijk gebied leiden en in die zin dus ook ruimtelijk relevant zijn. Ook bij bijvoorbeeld de aanleg van bergbezinkbasins kan bij het inpassen hiervan in het stedelijk gebied gekeken worden naar in ruimtelijk opzicht visueel aantrekkelijke mogelijkheden aanlegmethoden i.p.v. een betonnen constructie.

Principe 3: Integraal waterbeheer als leidraad voor inrichting en beheer van watersystemen

De laatste jaren is bij alle waterbeheerders steeds sterker het besef doorgedrongen dat waterbeheersing nauwe samenhang kent met andere beleidsvelden, zoals ruimtelijke ordening, natuurontwikkeling en landbouw. Ook het besef dat een stroomgebied één watersysteem is, waarbij stedelijk en landelijk waterbeheer direct aan elkaar gerelateerd zijn en dat ingrepen in één gebied gevolgen heeft voor het andere gebied, neemt toe. Samenwerking tussen gemeenten, waterschappen, waterleidingbedrijven, riool-waterzuiveringsbedrijven en provincies is hierbij van essentieel belang. De laatste jaren is daarom de samenwerking zowel in Nederland als in België verbeterd. Tevens vindt er geregeld grensoverschrijdend overleg over stroomgebiedszaken plaats. Bij het ontwikkelen van deze koepelnotitie hebben wederom alle partijen die bij wateroverlast of hoogwater betrokken zijn om de tafel gezeten.

De laatste jaren is ook duidelijk geworden dat de hoogwaterproblematiek in de winter samenhangt met de verdrogingsproblematiek in de zomer. Met name de snelle afvoer van water uit het stroomgebied (zowel landelijk als stedelijk gebied) speelt hierbij een rol. Daarom is het beleid van veel waterbeherende instanties er momenteel op gericht om de waterafvoer te reduceren. Dit kan gerealiseerd worden het vasthouden van water in het natuurlijk systeem en door vertraging in het afvoersysteem in te bouwen.

Belangrijk is dat dit internationaal aangepakt wordt. Deze recente ontwikkelingen leiden tot een aantal innovatieve projecten.

Criteria

Criterium 1: Innovativiteit

Van oudsher wordt de wateroverlast bestreden door het verhogen van de waterkering (dijken en kaden) of door het versneld afvoeren van het water. Hierdoor is een soort vicieuze cirkel ontstaan. Door de versnelling van de afvoer ontstaat elders (benedenstrooms) wateroverlast. Deze cirkel is te doorbreken door innovatieve maatregelen, door werk met werk te maken, door hoogwaterbestrijding te combineren met andere maatregelen zoals de bestrijding van de verdroging, door voorbeeld- en demonstratieprojecten uit te voeren en door maatregelen te situeren op plaatsen waar de financiële draagkracht groot is. Veel van de hieronder genoemde maatregelen zijn in deze zin vernieuwend en leiden tot bijzondere vormen van samenwerking.

Criterium 2: Veiligheid

Veiligheid speelt vooral langs de grote rivieren, langs de delta in west-Nederland en langs de zee. Door de grote watermassa's en de lage ligging van het land kunnen daar immers inundatiediepten van enkele meters voorkomen. Langs de beken speelt vooral de problematiek van de schade door wateroverlast. Het gaat dan veelal om inundatiediepten van enkele decimeters, plaatselijk hooguit één meter. Een groot deel van de provincie Noord-Brabant bestaat uit laag gelegen rivierklei en zeekleigronden langs Maas en Maasdelta (30%). Deze laaggelegen gronden worden momenteel alleen door dijken beschermd tegen inundatie met Maaswater. Het belang van Noord-Brabant bij de aanpak van het hoogwaterprobleem op de Maas is daardoor erg groot.

Criterium 3: Samenwerking

Er wordt in de regio op grote schaal samengewerkt door verschillende overheden binnen de stroomgebieden, ook in grensoverschrijdend opzicht. Er wordt samengewerkt met belangenorganisaties en andere actoren in het waterbeheer. Dit is mede het gevolg van complexer wordende projecten een actievere rol van belangenorganisaties en de integraliteit van projecten. Er zijn inmiddels talloze voorbeelden van deze samenwerking, onder andere:

- Brede participatie bij het opstellen van deze koepelnotitie door diverse Nederlandse en Belgische overheden.
- Bij de aanpak Hoogwater Den Bosch (onderzoek + oplossingen) door Gemeente Den Bosch, Provincie Noord-Brabant, waterschap de Aa, de Dommel en de Maaskant.
- Bij het ontwikkelen van Hoogwater Informatie Systeem Noord-Brabant samengewerkt door Provincie Noord-Brabant, waterschap de Maaskant en hoogheemraadschap Alm en Biesbosch en Westelijk Noord-Brabant, rijkswaterstaat Zuid-Holland, Limburg en Noord-Brabant.
- Bij de ontwikkeling nieuwe woonwijken (bijvoorbeeld Meerhoven: afkoppelen verhard oppervlak, 2e waterleidingnet) samengewerkt door Gemeente Eindhoven, waterschap de Dommel, waterleidingbedrijf Oostelijk Noord-Brabant en provincie Noord-Brabant.

- Bij stimulering van plattelandsontwikkelingen in Nederland door de provincies Noord-Brabant, Limburg, de ministeries van V&W, LNV en VROM (in de stuurgroep NUBL).
- Samenwerking in streekcommissies en landinrichtingcommissies.
- Bij de retentie van het effluent van RWZI Tilburg Noord samengewerkt door waterschap de Dommel, de Dongestroom en rijkswaterstaat Noord-Brabant.
- Samenwerking met België in het kader van LIFE Dommel.
- Samenwerking met België in de stroomgebiedcomités van Markbekken en Dommelbekken.
- Diverse samenwerkingsverbanden tussen waterbeheerder en gemeente gebied bij het realiseren van randvoorziening rioleringsystemen.
- Samenwerkingsverbanden tussen de waterbeheerders onderling, ten behoeve van de uitwerking van grensoverschrijdende projecten en bij de afstemming van beleid en beheer.

Criterion 4: Internationaliteit

Waterstromen zijn niet gebonden aan bestuurlijke grenzen. Door het besef dat de oorzaken van wateroverlast benedenstrooms vaak bovenstrooms liggen en door de toenemende aandacht voor het water is ook de samenwerking over bestuurlijke grenzen heen toegenomen. Afstemming is noodzaak, zowel op internationaal en nationaal niveau voor de grote rivieren als in de regio voor de grensoverschrijdende kleinere waterlopen. Sinds de jaren tachtig is er daarom intensief overleg geweest over de Nederlands-Belgische grens. De grensoverschrijdende contacten zijn sindsdien alleen maar gegroeid en hebben in 1994 geleid tot de instelling van de stroombekkencomités Mark, Molenbeek-Kleine Aa en Dommel, en tevens tot grensoverschrijdende onderzoeksprojecten als het LIFE Dommelproject en het hydrologisch onderzoek op de Kalmhoutse Heide). Verdergaande intensivering van de samenwerking en afstemming wordt nagestreefd via planvorming, beheersvisies en uitvoering van maatregelen. Talrijke gemeenten kennen samenwerkingsverbanden met gemeenten elders in Europa. Voorbeelden van dergelijke samenwerkingsverbanden zijn die tussen 's-Hertogenbosch en Trier, en tussen Eindhoven en Kopenhagen.

Criterion 5: Haalbaarheid

Alle beoordeelde projectvoorstellen voldoen aan de criteria ten aanzien van technische, planologische en bestuurlijke haalbaarheid, en maatschappelijk draagvlak.

Overzicht van geïnventariseerde projecten

In het gehele studiegebied zijn per 1 december 1998 83 projectvoorstellen beschreven. In deze koepelnotitie zijn van deze voorstellen de concrete, op korte termijn uitvoerbare projectvoorstellen in oostelijk Noord-Brabant en Belgisch Limburg beoordeeld op haalbaarheid, effectiviteit, innovativiteit, samenwerking en internationaliteit. Het betreft 12 projecten in de groene ruimte en 20 in stedelijke gebieden. Deze projecten zijn onderverdeeld in maatregelen in het stedelijk gebied, maatregelen in de groene ruimte, en projecten die de kennis over hoogwater vergroten.

De voorgestelde maatregelen in de groene ruimte hebben betrekking op het vergroten van:

- de waterretentie aan het maaiveld,
- de waterretentie in het oppervlaktewaterstelsel,
- de stremming van de afvoer,
- de waterretentie in de bodem,
- de berging in en op de bodem.

De maatregelen in het stedelijk gebied zijn gericht op het vergroten van:

- de waterretentie in de bodem,
- de waterretentie in het rioleringsstelsel,
- de waterretentie in het oppervlaktewatersysteem,

en op het verminderen van:

- lozingen op het oppervlaktewater,
- de kans op inundaties (bijvoorbeeld door het aanleggen van waterkeringen),
- de stremming van de afvoer.

Overzicht van concrete projecten in de groene ruimte

Voor het bepalen van de effectiviteit van de 12 projecten in de groene ruimte zijn de kentallen uit de projectbeschrijvingen gebruikt (zie tabel 1). In tabel 1 zijn alleen de kosten weergegeven die betrekking hebben op de hoogwateronderdelen van de projecten. In totaal gaat het om f56 miljoen. Met dit geld worden grootschalige maatregelen getroffen: realisatie van (oude en nieuwe) bergingsgebieden (822 ha), stremming van de afvoer door hermeandering (40 km), nieuwe groenzones (190 ha), herbebossing (ruim 170 ha) en afkoppeling van verhard oppervlak (86 ha). Met deze projecten kan een extra retentiecapaciteit worden gerealiseerd van 9,5 miljoen m³.

De projecten in de groene ruimte dragen sterk bij aan de reductie van regionale hoogwater. De bijdrage van deze projecten aan de reductie van de maatgevende afvoer wordt geschat op 13,5% bij een herhalingstijd van 10 jaar en een reductie van ongeveer 10% bij een herhalingstijd van 100 jaar (gerekend over het gehele stroomgebied). De voorgestelde aanpak is dus effectief.

Tabel 1 Overzicht van concrete projecten in de groene ruimte

Project	Subsidia- Bele kosten (f x1000)	Hersteld bergings- gebied (ha)	Herbebost gebied (ha)	Herstelde Meanders (km)	Nieuwe groen- zones (ha)	Nieuw bergings- gebied (ha)	Afgekop- peld (ha)	Nieuwe retentie- capaciteit (x1000 m ³)
Vloevelden Loon op Zand	1500							200,00
Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'	1450			1,90			86,00	1,05
Moerasbos Hapert	1800		4,00	0,80		8,00		30,00
Herinrichting Smalwater	4475	35,00	1,70	3,90				50,00
Ruilverkaveling Viermannekes Brug	2070	50,00	25,00	6,50				185,00
Ruilverkaveling de Hilver	15000	130,00	90,00	15,60				226,00
HOWABO: Retentiegebied Bossche Broek en voorspel- lings/bestis- model	3759	525,00						8400,00
EHS Middelbeers, inclusief conservering omleidings- kanaal Grootte Beerze	4470		40,00	7,00	90,00	9,50		37,00
Aanleg retentievlaakte t.b.v. effluent rioolwaterzui- vering Tilburg- noord in Noor- derbos	800				100,00	14,50		50,00
Starkriet als inundatiegebied voor de Aa	2460	50,00	12,00					250,00
Herstel natuurlijke beeksystemen, o.a. De Blaak- West	850			1,50				15,00
Herstel natuurlijk beekstelsel De Donge	17430			4,00				30,00
Totaal	56064	790,00	172,70	41,20	190,00	32,00	86,00	9474,05

Overzicht van concrete projecten in stedelijk gebieden

Het gaat hier om 20 concrete projecten in stedelijke gebieden in oostelijk Noord-Brabant en Belgisch Limburg. De totale projectkosten, voorzover die betrekking hebben op projectonderdelen die bijdragen in de hoogwaterbestrijding, bedragen f95 miljoen. (zie tabel 2). Ook voor deze projecten zijn, voorzover bekend, kentallen opgenomen in onderstaande tabel. Voorgenomen retentiebekkens, -vijvers en berg-bezinkbassins zorgen voor een beperkte extra bergingscapaciteit. Het afgekoppeld oppervlak bedraagt bijna 930 ha. Tenminste 9,5 miljoen m³/jaar water zal door deze

stedelijke maatregelen niet meer via het riool afstromen. Tijdens een hoogwaterperiode gaat het dan om ongeveer 80 000 m³.

Tabel 2 Overzicht van concrete projecten in stedelijk gebied

Project	Subsidiabele kosten (kF)	Nieuwe retentie-capaciteit (x1000 m ³)	Nieuwe groene zones (ha)	Afge-koppeld (ha)	Niet meer via riool (x1000 m ³ /jaar)
Aanleg retentie industrieterrein Haansberg	148				5,00
Aanleg retentie woonwijk Landgoed Driessen in de gemeente Waalwijk	425			43,00	275,00
Aanleg retentievijver industrieterrein Everdenberg	700	7,00		16,50	
Infiltratie /hergebruik hemelwater Doonheide te Gemert	1798	2,10	1,10		
Waterretentiebekken voor industrieterrein Moorveld te Liessel	200	0,90			
Hemelwaterretentie bedrijventerrein De Amert te Veghel	500	14,00			
Waterretentiebekken Slieenvijver rioolwateroverstort Someren	335	3,60			
Retentievoorziening Geersloot te Vlijmen	500	3,00			
Aanpassen RWZI-Land van Cuijk	2900				4000,00
Proefproject de Blauwe Transformatie	750			10,00	5,00
Aanleg van bergbezinkbassins	47000	35,00			
Ontkoppeling van verhard oppervlak in openbaar stedelijk gebied	4400			60,00	10,00
Ontkoppeling van verhard oppervlak van niet-openbaar terrein	4400			60,00	10,00
Stimuleren van gebruik van hemelwater bij particulieren en bedrijven	1000				3,00
Integraal Waterbeheer woonwijk De Vliert	3736			72,00	46,52
Aanleg bergbezinkbassins (bbb) en andere randvoorzieningen	10625	7,50			
Afkoppelen nieuw stedelijk gebied	4207			520,00	3900,00
Afkoppelen bestaand stedelijk gebied	4038			67,00	635,00
Aanleg retentievijvers Katsbogte Zuid en Vossenbergr West (industrieterreinen)	1040	40,00		80,00	600,00
Vergroten effectieve bergingscapaciteit rioolstelsel	6800	0,30			100,00
Totaal	95502	113,40	1,10	928,50	9589,52

De projecten in stedelijke gebieden zorgen plaatselijk voor een aanzienlijke reductie van de piekafvoeren in de directe omgeving van de stedelijke gebieden. Dit soort projecten passen in de watersysteembenadering, die er in principe op gericht is om afwenteling van problemen naar andere gebieden en naar de toekomst te vermijden. De bijdrage van de stedelijke projecten op de totale bestrijding van regionale hoogwaters is overigens beperkt, omdat de bijdrage van waterberging in het stedelijk gebied vele malen kleiner is dan in het landelijk gebied mogelijk is. Niettemin markeren de genoemde stedelijke projecten nog maar een begin van een verdergaande en gewenste ontwikkeling.

Overzicht van de overige projecten

Voor de volledigheid wordt hier ook een lijst gegeven van hoogwaterprojecten in het westelijk deel van het studiegebied en van de overige projecten die in voorbereiding zijn. De locaties van al deze projecten zijn op de in dit rapport opgenomen kaart aangeduid. In deze lijst zijn ook de onderzoeksprojecten, vallend onder IRMA thema 3 opgenomen.

Tabel 3 Overzicht van de overige projecten in de provincies Noord-Brabant, Antwerpen en Limburg (België)

Aanvrager	Gebied IRMA	Con-creet	Project
Gemeente Tilburg	Ja	ja	Waterplan Tilburg
Provincie Noord-Brabant	Ja	ja	Hoogwater Informatie Systeem Noord-Brabant
Provincie Noord-Brabant	Ja	ja	Ontwikkeling van retentiebekkens (en bergboezems) langs de regionale wateren in de Provincie Noord-Brabant ter bestrijding van hoogwater
Provincie Noord-Brabant	Ja	ja	Water als ordenend principe
Provincie Noord-Brabant	Ja	ja	Onderzoek naar de oorzaken van regionale hoogwaters en effectiviteit van maatregelen; ontwikkeling hoogwaterbeleid; opstellen geïntegreerd actieplan
Waterschap de Dongestroom	Ja	nee	Aanleg retentie woonwijk Dalum en De Wijk in Tilburg
Waterschap de Dongestroom	Ja	nee	Aanleg retentie woonwijk Leeuwerik in Tilburg
Waterschap de Dommel	Ja	nee	Bufferzones in ecologische verbindingszone Ekkersrijt
Waterschap de Dommel	Ja	Nee	Leidraad afvoer stedelijk water
Waterschap de Dommel	Ja	Nee	Waterconservering Reusel-de Mierden
Waterschap de Dommel	Ja	Nee	Bufferzones in ecologische verbindingszone Raamsloop
Waterschap de Aa	Ja		Afkoppelen verhard oppervlak met infiltratie of hergebruik van hemelwater in nieuw te bebouwen gebieden
Waterschap de Aa	Ja	Nee	Afkoppelen verhard oppervlak met infiltratie of hergebruik van hemelwater binnen bestaande bebouwing
Waterschap de Aa	Ja	Nee	Strategische gebiedsstudie stroomgebied de Aa
Waterschap de Aa	Ja	Nee	Herinrichting Aa-dal nabij Berlicum
Gemeente Eindhoven	Ja	Nee	Gebruik van B-qua in Meerhoven
Gemeente 's-Hertogenbosch	Ja	Nee	Vinex Locatie 'De Grootte Wielen'
Gemeente 's-Hertogenbosch	Ja	Nee	Randvoorzieningen bij rioolwateroverstorten
Provincie Noord-Brabant	Ja	Ja	Actualisatie van grondwatertrappen, uitbreiding Geografisch Informatie Systeem
Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	Ja	Nee	Hermeandering van de Dommel te Peer
Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	Ja	Nee	Groene randvoorzieningen aan de Bemerstraat te Peer
Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	Ja	Nee	Opstuwing van de Smommersloot in het Hageven te rpelt
Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	Ja	Nee	Heropmeting en hydrologische modellering van de Dommel
Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	Nee	Nee	Riooloverstortbuffering wachtbekken op waterloop nr. 5.13 , Dorpsbeek 3e categorie te Kalmthout (stroombekken Kleine Aa)
Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	Nee	Nee	Ruilverkaveling Merksplas: Retentiebekkens op de samenvloeiing waterloop nr. 4 Mark met nr. 4.22 Goorloop; en op de samenvloeiing waterloop nr. 4 Mark met nr. 4.25 Venneloop (stroombekken Mark)
Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	Nee	Nee	Ruilverkaveling Zondereigen (Baarle-Hertog): retentiebekkens op de samenvloeiing van waterlopen 4.15.1, -22 en -23 met 4.15.2 en 4.15
Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	Nee	Nee	Ruilverkaveling Weelde: Retentiebekkens op de waterloop nr. M.10.1 (Ossenvenloop)
Hoogheemraadschap van westelijk Noord-Brabant	Nee	Nee	Optimaliseren hoogte overloopkades van de drie bestaande bergboezems langs de Mark, incl. aanpassingen van de lozingskunstwerken
Hoogheemraadschap van westelijk Noord-Brabant	Nee	Nee	Realiseren van een vierde bergboezem in het gebied van de Haagse Beemden
Hoogheemraadschap van westelijk Noord-Brabant	Nee	Nee	Verplaatsen jachthaven uit de doorgaande watergang (Mark) in Breda en verdiepen van de Mark (de 'singels') in Breda
Hoogheemraadschap van westelijk Noord-Brabant	Nee	Nee	Verruimen lozingsmogelijkheden Oosterhout
Hoogheemraadschap van westelijk Noord-Brabant	Nee	Nee	Doorstroombogelijkheden Mark in Breda: herstel open haven en aanpassing bruggen
Hoogheemraadschap van westelijk Noord-Brabant	Nee	Nee	Aanleggen kades in het kader van hoogwater Breda / op hoogte brengen van boezemkades Mark-Vlietstelsel
Hoogheemraadschap van westelijk Noord-Brabant	Nee	Nee	Aanleggen nevengeulen / verdiepen van winterbed in combinatie met aanleg van helofytenfilters t.b.v. nutriënt-verwijdering i.v.m. waterkwaliteit Mark-Vliet boezem en Volkerrak-Zoommeer
Hoogheemraadschap van westelijk	Nee	Nee	Early Warning System hoogwater Mark-Vliet boezem

Noord-Brabant			
Hoogheemraadschap van westelijk Noord-Brabant	Nee	Nee	Afkoppelen van verhard oppervlak, infiltratie van regenwater in de bodem
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Knijpconstructies, retentie in bestaand stedelijk water
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Retentie bij riooloverstorten
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Retentiebekkens
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Vermindering ontwatering perceelsniveau
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Infiltratie bij Oosterhout
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Afkoppelen infiltratie regenwater
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Vasthouden regenwater nieuwe bebouwde gebieden
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Verhogen kaden Gat van den Ham
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Haalbaarheid / onderzoek / voorbereiding en realisatie inundatiegebied
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Grondwater meetnet
Waterschap Land van Nassau	Nee	Nee	Berging gemaal Emilia
Waterschap Mark en Weerij	Nee	Nee	Hergebruik effluent RWZI
Waterschap Mark en Weerij	Nee	Nee	Waterverdeelplan Turfvaart/Weerij
Waterschap Mark en Weerij	Nee	Nee	Overstromingsvlakten, retenties, knijpconstructies, hermeandering
Waterschap Mark en Weerij	Nee	Nee	Maatregelen Hoogwater Breda

1 Kader en doelstelling

Bij de hoogwaterbestrijding is momenteel sprake van een trendbreuk in beleid. Traditioneel is het beleid gericht op het versterken van de *weerstand* tegen overstromingen met steeds zwaardere dijken. De Vierde Nota Waterhuishouding kiest een andere benaderingswijze: het vergroten van de *veerkracht* van watersystemen. In deze 'koepelnotitie' staat herstel en versterking van de veerkracht van het watersysteem centraal als invalshoek voor een structurele aanpak van de hoogwaterproblematiek.

Een grotere veerkracht van een watersysteem die leidt tot afname van de hoogwaterproblematiek kan worden gerealiseerd door:

- meer ruimte voor water in rivieren en beken, inclusief nieuwe retentiebekkens;
- betere benutting van de infiltratiecapaciteit (sponswerking) van de bodem;
- grotere flexibiliteit (toegestane variatie) in peilbeheer.

Het IRMA-programma (=Interregionale Rijn en Maas Activiteiten) kent vier thema's: riviergerichte projecten, stroomgebiedsgerichte projecten, onderzoeksgerichte projecten en secretariaatswerkzaamheden. Dit rapport heeft betrekking op Thema 1: Maatregelen in het stroomgebied van de rivier, en Thema 3: Verbetering van kennis en samenwerking. De geanalyseerde projecten bevinden zich in de stroomgebieden van zijwateren van de Maas in de provincie Noord-Brabant, en in delen van Vlaanderen die bij deze stroomgebieden behoren. De voorgestelde samenhangende aanpak van hoogwaterproblemen in deze regio wordt hier verder aangeduid als 'Koepelproject Noord-Brabant', kortweg 'Het Koepelproject'. Het Koepelproject was als project 'Noord-Brabant catchment' al geïdentificeerd als een van de zeven projecten van Thema 1, die in IRMA-kader vanuit Nederland worden voorbereid (Van Rheenen, 1998).

De waterbeheerders in het grensgebied van de provincies Noord-Brabant, Belgisch Limburg en Antwerpen (voorzover gelegen in het stroomgebied van de Maas) hebben inmiddels een aantal projecten geïdentificeerd die primair gericht zijn op de aanpak van de hoogwaterproblematiek in het stroomgebied van de Maas. Deze koepelnotitie is in de eerste plaats samengesteld om de collectieve meerwaarde van een samenhangend cluster van uitvoerings- en onderzoeksprojecten te kwantificeren. Voorts biedt de notitie een toetsingskader voor de beoordeling van de afzonderlijke projecten.

2 Beschrijving van de projectgebieden

2.1 Deelgebieden en actoren

Het Koepelproject Noord-Brabant omvat een tweetal projectgebieden. Het projectgebied oostelijk Noord-Brabant omvat globaal de stroomgebieden van de Dommel, Aa, Hertogswetering, Hoge Maaskant, Zandleij, Donge, Maas- en Diezepolders en Alm en Biesbosch. Actoren in dit projectgebied zijn:

- Provincie Noord-Brabant;
- Provincie Belgisch Limburg (België);
- Rijkswaterstaat Noord-Brabant;
- Waterschap de Maaskant;
- Waterschap de Aa;
- Waterschap de Dommel;
- Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch;
- Waterschap de Dongestroom;
- Gemeente Eindhoven;
- Gemeente 's-Hertogenbosch;
- Gemeente Tilburg
- overige gemeenten.

Het projectgebied westelijk Noord-Brabant omvat de stroomgebieden van het Dintel-Mark-Vlietsysteem, alsmede polders langs de Amer, het Hollands Diep en het Zoommeer. Actoren in dit projectgebied zijn:

- Hoogheemraadschap Westelijk Noord-Brabant;
- Waterschap Mark en Weerij;
- Waterschap Land van Nassau;
- Waterschap het Scheldekwartier;
- Provincie Antwerpen (België);
- Gemeente Breda;
- overige gemeenten.

2.2 Beschrijvingen

De projectgebieden worden aan de noordzijde begrensd door de rivier de Maas (Maas, afgedamde Maas, Boven Merwede, Nieuwe Merwede, Hollands Diep) en aan de westzijde door de Maasdelta (Krammer, Volkerak, Grevelingen, en Haringvliet). In het zuiden worden de projectgebieden begrensd door natuurlijke waterscheidingen die grotendeels door de Belgische provincies Limburg en Antwerpen lopen. De belangrijkste regionale rivieren in Noord-Brabant zijn de Mark, Dommel en Aa. De Dommel ontspringt in Belgisch Limburg, de Aa in Nederlands Limburg, de Mark, Aa of Weerij en het riviertje de Ley ontspringen in de provincie Antwerpen. Belangrijke kanalen zijn de Zuid-Willemsvaart, het Wilhelminakanaal en het Mark-Vliet kanaal. In 1987 is met de voltooiing van het Zoommeer een kunstmatige verbinding aangebracht tussen de noordelijke (Rijn/Maas) en de zuidelijke (Schelde) delta.

De projectgebieden behoren tot het stroomgebied van de Maas. De stroomgebieden van de Dommel, Aa en Grote Wetering wateren af via de Dieze in 's-Hertogenbosch. Diverse regionale wateren en poldergebieden in westelijk- en oostelijk Noord-Brabant lozen het waterbezwaar direct op (zijtakken van) de Maas: bijvoorbeeld de Donge, Lage Raam en Alm. In Westelijk Noord-Brabant loost de Mark het water via de singels van Breda op de boezem van het Dintel-Mark-Vlietsysteem. Deze boezem loost in het westen op het Krammer, onderdeel van de Maasdelta, en in het oosten op de Maas (bij Oosterhout). Een klein deel van de Nederlandse provincie Noord-Brabant (Brabantse Wal en omgeving in het zuidwesten van Noord-Brabant) valt buiten het stroomgebied van de Maas.

In de projectgebieden liggen grote stedelijke kernen (Eindhoven, Tilburg, 's-Hertogenbosch, Oss, Breda, Roosendaal). In totaal wonen er bijna 2,5 miljoen mensen. De economische betekenis van deze regio is groot. Grote delen van de projectgebieden behoren tot de ruimtelijk-economische hoofdstructuur van Nederland, waar een groot deel van de werkgelegenheid van Nederland is geconcentreerd, en zich in versterkte mate zal ontwikkelen. Het infrastructurele netwerk met belangrijke transportassen in noord-zuid alsook oost-west-richting die door de projectgebieden lopen, bevestigt de internationale betekenis van de regio voor transport en economische bedrijvigheid.

3 Knelpunten van wateroverlast

3.1 Het recente verleden

Tijdens hoogwater treden op verschillende plaatsen langs de regionale rivieren min of meer ernstige vormen van wateroverlast op. Zo is in 1995 door inundatie van het Bossche Broek in het stroomgebied van de Dommel de snelweg Amsterdam-Maastricht (A2) circa twee weken onder water gelopen en zijn diverse beekdalen geïnundeerd. Door de aanleg van een noodkade kon nog maar net worden voorkomen dat ook delen van 's-Hertogenbosch onder water liepen.

Naar aanleiding van het hoogwater van 1995 is in opdracht van de waterschappen Dommel, Aa en Maaskant en de provincie Noord-Brabant een studie uitgevoerd naar oplossingen van deze hoogwaterproblemen rond 's-Hertogenbosch (de zgn. HOWABO-studie). Uit deze studie blijkt de ernst van de hoogwaterproblematiek in Oostelijk Noord-Brabant. De overstromingskans van 's-Hertogenbosch bedraagt in de huidige situatie eenmaal per 100 jaar. Oorzaken zijn onder andere de versnelde afvoer van water uit het bovenstroomse deel van de stroomgebieden van de Dommel en Aa, gecombineerd met de hoger wordende Maasstanden.

Uit het DLO-Staring Centrum-rapport 'Waterberging binnendijs' (Kwakernaak et al., 1996) blijkt dat bepaalde ruimtelijke maatregelen op een effectieve, duurzame wijze hoogwaterproblemen kunnen verminderen. Het gaat dan vooral om retentie en infiltratie van water in het stedelijke gebied (o.a. door afkoppeling van hemelwater van het rioolstelsel), en vergaande retentie van water in beekdalen en andere lage gronden. Daarbij blijken deze maatregelen vaak goed te combineren met andere beleidsdoelen, zoals herstel en ontwikkeling van natuur en vermindering van droogteschade in de landbouw.

Ook in Westelijk Noord-Brabant is tijdens het hoogwater van 1995 van wateroverlast sprake geweest, bijvoorbeeld rondom Breda. Een grote hoeveelheid water, afkomstig uit Nederland en België, moest hier via de nauwe stadssingels van Breda worden afgevoerd. Door de te kleine afvoercapaciteit van deze singels ontstond wateroverlast. In opdracht van het Hoogheemraadschap Westelijk Noord-Brabant en het Waterschap Mark en Weerij, en in overleg met Belgische autoriteiten wordt gezocht naar oplossingen voor deze problematiek.

3.2 Verwachte ontwikkelingen

Diverse ontwikkelingen kunnen in toekomstige situaties in dit deel van Nederland en Vlaanderen tot grotere overstromingsrisico's leiden. De eerste is de verwachte klimaatverandering. Wanneer wordt uitgegaan van het midden-scenario voor klimaatverandering volgens het IPCC (1995), zoals voor Nederland uitgewerkt door Können en Fransen (1996), zal de duur van de neerslagperiode in de winter in het jaar 2050 circa 10% langer zijn dan nu en stijgt ook de neerslagintensiteit met circa 10%.

Hierdoor treden met name in de winter aanzienlijke veranderingen in afvoerregimes van beken en rivieren op. Een tweede ontwikkeling vormt de steeds toenemende ruimtedruk in dit gebied als gevolg van de verwachte sterke economische ontwikkeling. Hierdoor zullen aanzienlijke ruimtelijke investeringen worden gedaan, waardoor de schaderisico's door hoogwater sterk kunnen stijgen. Zo stijgt de maatschappelijke druk om te bouwen langs rivieren en beken, ondanks de toenemende overstromingsrisico's.

Daarnaast neemt de betrokkenheid van burgers bij de waterproblematiek, zeker na het hoogwater van 1995 en de recente wateroverlast medio september en eind oktober 1998, toe. Door deze ontwikkelingen is er op rijksniveau en regionaal niveau veel aandacht voor de aanpak van de hoogwaterproblematiek. In de beleidslijn '*Ruimte voor de rivier*' (Ministerie van VROM en Ministerie van V&W, 1996) kiest het rijk voor meer ruimte voor de rivier als een duurzame bescherming van mens en dier tegen overstroming bij piekafvoeren en tegen het beperken van materiële schade. In vervolg hierop wordt in tal van regionale plannen en initiatieven een beleid ontwikkeld waarbij meer ruimte wordt geboden aan water met het oog op een structurele aanpak van de hoogwaterproblematiek.

4 Aansluiting bij ontwikkelingen in het beleid

Versterking van de veerkracht van watersystemen ter vermindering van hoogwaterproblemen sluit goed aan op recente ontwikkelingen in het beleid. Het vergroten en beter benutten van de bergingscapaciteit in bodem en oppervlaktewater als duurzame oplossing van het hoogwaterprobleem vormt inmiddels een van de speerpunten van het provinciaal beleid in Noord-Brabant. Een integrale en gebiedsgerichte aanpak wordt essentieel geacht. Deze provinciale visie wordt onderschreven door de waterbeheerders en is kort na 1995 reeds uitgewerkt met het oog op de aanpak van de hoogwaterproblematiek van 's-Hertogenbosch. Het beschermingsniveau voor 's-Hertogenbosch is inmiddels vastgesteld op een inundatiefrequentie van hooguit éénmaal per 150 jaar (was éénmaal per 100 jaar) door het creëren van ruimte voor waterretentie in het Bossche Broek. Bovendien zijn afspraken gemaakt over het reserveren van potentiële inundatiegebieden langs regionale wateren, over de invulling van het beschermingsniveau elders in de provincie en over het ontwikkelen van een regionaal waarschuwingssysteem.

Een integrale en gebiedsgerichte aanpak van de hoogwaterproblematiek kan slechts tot stand komen bij een samenhang tussen ruimtelijk beleid en waterbeleid. Deze samenhang in strategisch en uitvoeringsgericht beleid voor ruimtelijke ordening, water, natuur en landbouw is in de regio sterk in ontwikkeling. De watersysteembenadering wordt daarbij gehanteerd als gemeenschappelijk afwegingskader. Bij de beschrijving van de in dit koepelproject gehanteerde principes wordt hier nader op ingegaan. Aldus ontstaat een samenhangend beleid voor verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving van mens (veiligheid), dier (ecologische infrastructuur) en plant (milieucondities), dat wordt gerealiseerd via een cluster integrale, gebiedsgerichte projecten.

In de 'beleidsplannen nieuwe stijl' van provincie en waterbeheerders wordt nadrukkelijk een beroep gedaan op andere overheden en belangengroepen, om in openplanprocessen te participeren in de ontwikkeling van gebiedsgerichte projecten en plannen voor integraal waterbeheer. Hiermee is inmiddels in tal van projecten goede ervaring opgedaan. Via regionale en internationale samenwerking worden knelpunten steeds vaker in ruimtelijk samenhangende zin aangepakt. Een grensoverschrijdende aanpak is daarvoor essentieel. Samenwerking tussen Vlaanderen en Nederland is noodzakelijk omdat de watersysteembenadering in een gebied met tal van grensoverschrijdende stroomgebieden daarom vraagt. Samenwerkingsverbanden, die zijn gericht op een samenhangende grensoverschrijdende aanpak van knelpunten in het waterbeheer zijn al tot stand gekomen in de vorm van

- streekcommissies (voor o.a. de Beerze-Reusel, de Boven-Dommel, de Meierij en de Peelvenen);
- landinrichtingscommissies;
- grensoverschrijdende stroomgebiedcomités (Markbekken en Dommelbekken);
- regionale samenwerking tussen gemeenten en waterbeheerders;
- internationale samenwerking op rijksniveau, onder andere het Actieplan Hoogwater Maas.

Voor een samenhangende gebiedsgerichte aanpak van knelpunten in de waterhuishouding vormen ook ontwikkelingen in diverse aanverwante sectoren aantrekkelijke aangrijpingspunten voor verbetering van het waterhuishoudkundig systeem. Zowel in Nederland als in België concentreert het natuurbeleid in dit zandgebied zich op een ecologisch herstel van beken en beekdalen. Hierdoor ontstaan goede mogelijkheden voor het koppelen van de doelstellingen van het natuurbeleid met het waterbeleid, zoals toename van waterretentie. Ook wordt gewerkt aan een meer duurzame inrichting en gebruik van het platteland, bijvoorbeeld in het kader van de Nadere Uitwerking Brabant-Limburg (NUBL) en de reconstructiewet in Nederland. De Boerenbond België en NCB Noord-Brabant werken samen om te komen tot een meer duurzaam gebruik van water op bedrijfsniveau. Met dergelijke sectorale ontwikkelingen groeit het draagvlak voor maatregelen die leiden tot toename van de veerkracht van watersystemen. Dit toegenomen draagvlak kan benut worden voor een structurele aanpak van de hoogwaterproblematiek.

Tijdens het hoogwater van 1995 bleek er onzekerheid te zijn over welke problemen op welke locaties verwacht konden worden. Voor sommige regionale beken waren geen goede voorspellingen m.b.t. verwachte waterstanden beschikbaar. Met het oog op het tijdig signaleren van mogelijke hoogwaterproblemen is het noodzakelijk om, zowel voor regionale beken als de Maas, de afvoerdynamiek goed te kunnen volgen. Met een Hoogwater Informatie Systeem (HIS) dat momenteel wordt ontwikkeld door de provincie Noord-Brabant, het waterschap de Maaskant, de hoogheemraadschappen Alm en Biesbosch en westelijk Noord-Brabant, en de directies Zuid-Holland, Limburg en Noord-Brabant van Rijkswaterstaat, kunnen potentiële inundatiegebieden, alsmede actuele en verwachte waterstanden in kaart worden gebracht.

Het effect van afvoerbeperkende maatregelen in zijbeken van grote rivieren op de hoogwaterpieken in de grote rivieren wordt vooral bepaald door de mogelijkheden om tijdelijk water te bergen in inundatiegebieden (Kwakernaak et al., 1996). Verwacht wordt dat met maatregelen in deze projectgebieden een peilverlaging van meerdere centimeters bij extreme hoogwaterstanden in de Maas kan worden gerealiseerd. Dit moet als een niet onbelangrijke bijdrage aan vermindering van veiligheidsrisico's door hoogwater worden beschouwd. Deze zullen de komende decennia aanzienlijk stijgen als gevolg van toenemende afvoeren in de grote rivieren, een stijgende zeespiegel en toenemende bevolkingsconcentraties in het rivierengebied. Het is van nationaal en internationaal belang dat maatregelen worden getroffen, ook in het stroomgebied van de grote rivieren, om deze veiligheidsrisico's te verminderen.

Veel voorgestelde maatregelen en projecten zijn al in een ver stadium van voorbereiding omdat ze goed passen in bestaand beleid. Te lang blijven deze projecten echter op de plank liggen, of komen ze wegens budgettaire en procedurele problemen traag van de grond. Vaststaat dat opname van deze projecten in het IRMA-programma een versnelling en gecoördineerde uitvoering van deze projecten zal veroorzaken.

5 Principes van aanpak

Om invulling te kunnen geven aan het uitgangspunt “versterken van de veerkracht van watersystemen als basis voor een stroomgebiedsgerichte aanpak van hoogwaterproblemen” is een drietal principes toegepast. Het eerste principe behelst de kern van het type maatregelen en projecten; de andere twee principes richten zich op beleidsmatige en maatschappelijke inpasbaarheid.

5.1 Principe 1: ruimte voor water en water langer vasthouden

5.1.1 Strategisch voorraadbeheer

Het principe van de hier gekozen aanpak van de hoogwaterproblematiek luidt: meer ruimte bieden voor water in stroomgebieden, en dit water hier langer vasthouden. Dit principe wordt geïmplementeerd door vergroting van de sponswerking van stroomgebieden (waterconservering) en het reserveren van ruimte voor tijdelijke berging van water tijdens het optreden van piekafvoeren. Beide typen maatregelen leiden ertoe dat de hoeveelheid water die na hevige regenval tot afstroming komt beter in de tijd wordt gespreid, en dat de intensiteit van piekafvoeren wordt verminderd. Op deze wijze wordt de kans dat extreme neerslagpieken door watersystemen zonder calamiteiten worden verwerkt vergroot, en wordt tevens een buffer opgebouwd waaruit in tijden van waterschaarste uit kan worden geput. Dit principe vormt een aanzet tot een nieuwe kijk op omgaan met water: het beheer van water als een strategische voorraad.

In het stroomgebied van de Maas zijn de toeleverende stroomgebieden min of meer manipuleerbaar door lokale of centrale sturing van kunstwerken (stuwen en gemalen). Een aantal inrichtingsmaatregelen is pas effectief in combinatie met sturing zoals gecontroleerde inzet van retentiebekkens. In de regel kan door sturing zeer effectief invloed worden uitgeoefend op het afvoergedrag (Lobbrecht, 1997).

In het bovenstaande is betoogd dat verandering van afvoerarakteristiek van een waterloop een zeer effectieve maatregel is. Door gewijzigd onderhoud van waterlopen, of door een ander baggerregiem kan de stromingsweerstand, en soms ook de hoogte van de drainagebasis worden beïnvloed. De kosten van deze maatregelen zijn doorgaans gering; soms is er zelfs sprake van minder kosten.

5.1.2 Meekoppeling

Water kan op verschillende wijzen langer binnen een stroomgebied worden vastgehouden. De mogelijkheden zijn:

- beter benutten van de natuurlijke bergingscapaciteit van de bodem;
- vergroten van de bergingscapaciteit van de bodem;
- uitbreiden van de bergingscapaciteit aan het oppervlak;

- tijdelijk of permanent vertragen van de afvoer via het oppervlaktewater (stremming).

Deze maatregelen hebben in veel gevallen - en soms ingrijpende - gevolgen voor het ruimtegebruik. Veel maatregelen vragen om ruimte voor waterberging. Soms moet die ruimte hiervoor speciaal worden gecreëerd. Vaak echter kan waterberging worden geïntegreerd in de bestaande bestemming, inrichting en beheer van gebieden. Veel beekdalen hebben bijvoorbeeld een hoofd- of nevenfunctie 'natuur', omdat ze behoren tot een te ontwikkelen aaneengesloten ecologisch netwerk (ecologische hoofdstructuur). In die situaties kan uitbreiding van de bergingscapaciteit en vertraging van de afvoer, bijvoorbeeld via hermeandering, worden gecombineerd met de realisatie van het ruimtelijk sectoraal beleid. Ook in de landbouw bestaat behoefte aan een betere benutting van de bergingscapaciteit van de bodem, met het oog op vermindering van de droogteschade aan de gewassen. Ook hierbij kunnen maatregelen voor vermindering van de hoogwaterproblematiek worden gecombineerd met andere maatschappelijke behoeften.

5.1.3 Grootschalig en gecoördineerd

Het vasthouden van water moet grootschalig worden uitgevoerd, wil er benedenstrooms sprake zijn van substantiële hydrologische effecten. Dit betekent dat afzonderlijke maatregelen en projecten weinig effectief zullen zijn, maar dat een gebiedsgerichte aanpak wel vruchten zal afwerpen. De meerwaarde van clustering van projecten voor beide projectgebieden is derhalve gelegen in een, op korte termijn, verwacht zichtbaar rendement van de benodigde investeringen, in de vorm van een aanzienlijke vermindering van de hoogwaterproblemen. Bij gecoördineerde uitvoering van de cluster van projecten kan worden voortgeborduurd op tal van bestaande samenwerkingsvormen en -projecten, zowel regionaal (ook internationaal) als lokaal.

Samengevat betekent het toepassen van het principe 'ruimte voor water en water langer vasthouden' bij de aanpak van de hoogwaterproblematiek een opgave voor zowel de ruimtelijke ordening als het waterbeheer. Dit leidt tot een doelgerichte invulling van de twee volgende essentiële beleidsprincipes: toepassing van de watersysteembenadering in de ruimtelijke ordening, en van integraal waterbeheer. De relevantie van deze beleidsprincipes voor de voorgestane aanpak van de hoogwaterproblematiek wordt hieronder kort toegelicht.

5.2 Principe 2: Planning en inrichting

Water is een belangrijk ordenend principe voor nieuwe maatschappelijke ontwikkelingen. Watersystemen bepalen in sterke mate zowel de ruimtelijke structuur als de stromen van stoffen door het milieu. Daarom staat water binnen de verschillende strategische beleidsvelden centraal, zowel op landelijk niveau (Koersbepaling Landelijk Gebied in de Vinex) als op provinciaal en regionaal niveau. Duurzaam omgaan met water is een steeds meer geaccepteerd en gewaardeerd

principe, zowel bij de overheden als bij maatschappelijke actoren. Dit vormt steeds vaker de gemeenschappelijke doelstelling in beleidsplannen en projecten, waardoor nieuwe vormen van samenwerking ontstaan.

In essentie is de watersysteembenadering erop gericht om afwenteling van problemen naar andere gebieden en naar de toekomst te vermijden door bij planning en inrichting vooraf rekening te houden met ongewenste verspreidingseffecten via waterstromen. Daarbij worden drie ordeningsniveaus van ruimtelijk beleid onderscheiden:

- gebiedsdoelstellingen per stroomgebied;
- positionering van functies binnen het stroomgebied, rekening houdend met ruimtelijk relaties via grond- en oppervlaktewater;
- gebruik van ruimte voor buffering om ongewenste beïnvloeding tussen functies te voorkomen.

De twee eerstgenoemde ordeningsniveaus krijgen zowel in Nederland als in Vlaanderen reeds gestalte in strategisch beleid op nationaal en provinciaal niveau. Het derde ordeningsniveau vormt vooral een aangrijpingspunt voor uitvoeringsprojecten, te realiseren op de kortere termijn. Veel projecten die in dit koepelproject worden voorgesteld behoren tot deze derde categorie. De voorgestelde bufferingsmaatregelen zijn met name gericht op het voorkómen van hoge piekafvoeren waarbij kwetsbare functies als wonen en werken elders in gevaar komen. Dit is een belangrijke meerwaarde van het toepassen van de watersysteembenadering in de ruimtelijke ordening.

Gebruik van ruimte voor buffering kan op verschillende manieren worden uitgewerkt:

- permanente toename van infiltratie van regenwater in de bodem door verminderde drainage door sloten en afvoerbuizen (landelijk gebied) en door verminderde afvoer via het rioolstelsel (afkoppeling);
- tijdelijke toename van infiltratie van regenwater in de bodem door een grotere toegestane peilfluctuatie van grondwater;
- permanente vertraging van beekafvoeren door hermeandering, beekverbreding en -verondieping;
- tijdelijke vertraging van de beekafvoeren door afleiding naar inundatiegebieden, tijdelijke berging in bergbezinkbassins en open water met een toegestane peilfluctuatie.

Om te komen tot een grotere retentie van water kunnen, aanvullend op het gebruik van ruimte voor buffering, ook technische middelen worden gebruikt, zoals stuwen en sluizen.

5.3 Principe 3: Inrichting en beheer

De laatste jaren is bij de waterbeheerders steeds sterker het besef doorgedrongen dat inrichting en beheer van oppervlaktewater sterk afhankelijk is van het ruimtegebruik en de inrichting van het aangrenzend land. Bij integraal waterbeheer vervaagt de traditionele scheiding tussen stedelijk gebied en de groene ruimte: het inzicht is

gegroeid dat stedelijk en landelijk waterbeheer direct aan elkaar gerelateerd zijn. Tenslotte is ook het besef groeiende dat ingrepen in het eigen beheersgebied gevolgen kunnen hebben voor andere gebieden, en dat problemen zoveel mogelijk binnen de eigen beheersgrenzen moeten worden opgelost (de 'blauwe knooppunten'). Samenwerking tussen gemeenten, waterschappen, waterleidingbedrijven en provincies is hierbij van essentieel belang. De laatste jaren is daarom ook de samenwerking in het waterbeheer binnen en tussen Nederland en België verbeterd.

Om maatregelen op lokale en regionale schaal te kunnen beoordelen op hun effect op grote wateren, zoals de Maas is hydrologische expertise nodig. De waterbeheerder heeft, voor een adequate benadering van de hoogwaterproblematiek in de grote rivieren, de volgende instrumenten ter beschikking:

- *Inrichting* van het watersysteem: bovenstrooms het accent op infiltratie, benedenstrooms op tijdelijke stremming en berging;
- *Sturing*: een goed geplande benutting van bergingsmogelijkheden in de bodem en in het oppervlaktewater, waar mogelijk ondersteund door modelsimulaties;
- *Fasering*: een goed gecoördineerde en planmatige uitvoering van projecten.

De laatste jaren is duidelijk geworden dat de hoogwaterproblematiek in de winter kan samenhangen met de verdrogingsproblematiek in de zomer elders in het stroomgebied. Met name de snelle afvoer van water uit een stroomgebied (zowel landelijk als stedelijk gebied) speelt hierbij een rol. Daarom is het beleid van veel waterbeherende instanties er momenteel op gericht om de waterafvoer te temporiseren. Ook op bedrijfsniveau wordt door boeren met waterconservering geëxperimenteerd ter vermindering van droogteschade. Dit kan gerealiseerd worden door het vasthouden van water in het natuurlijk systeem en door vertraging in het afvoersysteem in te bouwen. Belangrijk is dat dit zo mogelijk in internationaal verband wordt aangepakt. Ook is er vaak een koppeling te leggen met waterkwaliteitsdoelstellingen. Projecten waarmee die koppeling wordt gelegd zijn afkoppeling, waardoor riooloverstorten minder vaak zullen voorkomen, en inrichting van inundatiezones langs beken, die tevens afspoelende meststoffen vanaf aangrenzende landbouwgronden invangen.

Concluderend kan gesteld worden dat het voor implementatie van de drie hier behandelde principes, te weten:

1. ruimte voor water en water langer vasthouden,
 2. de watersysteembenadering als kader voor planning en inrichting, en
 3. integraal waterbeheer als leidraad voor inrichting en beheer van watersystemen
- noodzakelijk is om:
- een (stroom)gebiedsbenadering te volgen, waarbij projecten in onderlinge samenhang uitgevoerd worden, waardoor de mate waarin, en de snelheid waarmee de hoogwaterproblematiek effectief wordt aangepakt sterk toeneemt;
 - een integrale benadering te volgen, waarin gezocht wordt naar koppeling met andere beleidsdoelen, zoals de aanpak van de verdroging, natuurontwikkeling, en waterkwaliteitsverbetering, waardoor extra financieringsmogelijkheden ontstaan;
 - bestaande samenwerkingsverbanden (nationaal en internationaal) te benutten en nieuwe samenwerkingsvormen te organiseren om in goed overleg met andere

overheden en maatschappelijke organisaties te komen tot een goed draagvlak, zowel in planvorming als bij de uitvoering van projecten.

6 Inventarisatie van de projecten

Een inventarisatie van projecten die in principe een bijdrage kunnen leveren aan de bestrijding van de hoogwaterproblematiek in de projectgebieden en langs de Maas leverde 83 projecten op. Deze projecten zijn ondergebracht in Tabel 1. De projecten zijn gerubriceerd in de volgende drie categorieën.

1. *Concrete projecten 1 t/m 37*, die gelokaliseerd zijn in het IRMA-Projectgebied oostelijk Noord-Brabant (zie 2.1). Een project krijgt de classificatie 'concreet' indien het voor IRMA-subsidie kan worden ingediend omdat er sprake is van een zodanig gedetailleerde omschrijving plus begroting dat het in principe onmiddellijk in uitvoering kan worden genomen.
2. *Projecten 38 t/m 55* die eveneens gelokaliseerd zijn in het projectgebied Oostelijk Noord-Brabant, maar die thans in een stadium van voorbereiding verkeren, en daarom op dit moment nog niet in uitvoering kunnen worden genomen.
3. *Projecten 56 t/m 83* die gelokaliseerd zijn buiten het projectgebied Oostelijk Noord-Brabant (zie 2.2).

In tabel 1 zijn projecten 1 t/m 20 gelokaliseerd in stedelijke gebieden en projecten 21 t/m 37 in de groene ruimte.

Tabel 1 Overzicht van alle geïnventariseerde projecten in de provincie Noord-Brabant, de provincie Antwerpen en de provincie Limburg (België).

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Concreet	Project
1	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Aanleg retentie industrieterrein Haansberg
2	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Aanleg retentie woonwijk Landgoed Driessen in de gemeente Waalwijk
3	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Aanleg retentievijver industrieterrein Everdenberg
4	Waterschap de Aa	ja	ja	Infiltratie /hergebruik hemelwater Doonheide te Gemert
5	Waterschap de Aa	ja	ja	Waterretentiebekken voor industrieterrein Moorveld te Liessel
6	Waterschap de Aa	ja	ja	Hemelwaterretentie bedrijventerrein De Amert te Veghel
7	Waterschap de Aa	ja	ja	Waterretentiebekken Slievenvijver rioolwateroverstort Someren
8	Waterschap de Maaskant	ja	ja	Retentievoorziening Geersloot te Vlijmen
9	Waterschap de Maaskant	ja	ja	Aanpassen RWZI-Land van Cuijk
10	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Proefproject de Blauwe Transformatie
11	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Aanleg van bergbezinkbassins
12	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Ontkoppeling van verhard oppervlak in openbaar stedelijk Gebied
13	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Ontkoppeling van verhard oppervlak van niet-openbaar terrein
14	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Stimuleren van gebruik van hemelwater bij particulieren en Bedrijven
15	Gemeente 's-Hertogenbosch	ja	ja	Integraal Waterbeheer woonwijk De Vliert
16	Gemeente Tilburg	ja	ja	Aanleg bergbezinkbassins (bbb) en andere randvoor-Zieningen
17	Gemeente Tilburg	ja	ja	Afkoppelen nieuw stedelijk gebied
18	Gemeente Tilburg	ja	ja	Afkoppelen bestaand stedelijk gebied
19	Gemeente Tilburg	ja	ja	Aanleg retentievijvers Katsbogte Zuid en Vossenber West (industrieterreinen)
20	Gemeente Tilburg	ja	ja	Vergroten effectieve bergingscapaciteit rioolstelsel
21	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Vloelvelden Loon op Zand
22	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'
23	Waterschap de Dommel	ja	ja	Moerasbos Hapert
24	Waterschap de Dommel	ja	ja	Herinrichting Smalwater
25	Waterschap de Dommel	ja	ja	Ruilverkaveling Viermannekesbrug

26	Waterschap de Dommel	ja	ja	Ruilverkaveling de Hilver
27	Waterschap de Dommel	ja	ja	HOWABO: Retentiegebied Bossche Broek en voorspellings/beslismodel
28	Waterschap de Dommel	ja	ja	EHS Middelbeers, inclusief conservering omleidingskanaal Grootte Beerze
29	Waterschap de Dommel	ja	ja	Aanleg retentievlaakte t.b.v. effluent rioolwaterzuivering Tilburg-noord in Noorderbos
30	Waterschap de Aa	ja	ja	Starkriet als inundatiegebied voor de Aa
31	Gemeente Tilburg	ja	ja	Herstel natuurlijke beeksystemen, o.a. De Blaak-West
32	Gemeente Tilburg	ja	ja	Herstel natuurlijk beekstelsysteem de Donge
33	Gemeente Tilburg	ja	ja	Waterplan Tilburg
34	Provincie Noord-Brabant	ja	ja	Hoogwater Informatie Systeem Noord-Brabant
35	Provincie Noord-Brabant	ja	ja	Ontwikkeling van retentiebekkens (en bergboezems) langs de regionale wateren in de Provincie Noord-Brabant ter bestrijding van hoogwater
36	Provincie Noord-Brabant	ja	ja	Water als ordenend principe
37	Provincie Noord-Brabant	ja	ja	Onderzoek naar de oorzaken van regionale hoogwaters en effectiviteit van maatregelen; ontwikkeling hoogwaterbeleid; opstellen geïntegreerd actieplan
38	Waterschap de Dongestroom	ja	nee	Aanleg retentie woonwijk Dalum en De Wijk in Tilburg
39	Waterschap de Dongestroom	ja	nee	Aanleg retentie woonwijk Leeuwerik in Tilburg
40	Waterschap de Dommel	ja	nee	Bufferzones in ecologische verbindingzone Ekkersrijt
41	Waterschap de Dommel	ja	nee	Leidraad afvoer stedelijk water
42	Waterschap de Dommel	ja	nee	Waterconservering Reusel-de Mierden
43	Waterschap de Dommel	ja	nee	Bufferzones in ecologische verbindingzone Raamsloot
44	Waterschap de Aa	ja	nee	Afkoppelen verhard oppervlak met infiltratie of hergebruik van hemelwater in nieuw te bebouwen gebieden
45	Waterschap de Aa	ja	nee	Afkoppelen verhard oppervlak met infiltratie of hergebruik van hemelwater binnen bestaande bebouwing
46	Waterschap de Aa	ja	nee	Strategische gebiedsstudie stroomgebied de Aa
47	Waterschap de Aa	ja	nee	Herinrichting Aa-dal nabij Berlicum
48	Gemeente Eindhoven	ja	nee	Gebruik van B-qua in Meerhoven
49	Gemeente 's-Hertogenbosch	ja	nee	Vinex Locatie 'De Grootte Wielen'
50	Gemeente 's-Hertogenbosch	ja	nee	Randvoorzieningen bij rioolwateroverstorten
51	Provincie Noord-Brabant	ja	nee	Actualisatie van grondwatertrappen, uitbreiding Geografisch Informatie Systeem
52	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	nee	Hermeandering van de Dommel te Peer
53	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	nee	Groene randvoorzieningen aan de Bemerstraat te Peer
54	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	nee	Opstuwing van de Smommersloot in het Hageven te rpelt
55	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	nee	Heropmeting en hydrologische modellering van de Dommel
56	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	nee	Riooloverstortbuffering wachtbekken op waterloop nr. 5.13, Dorpsbeek 3 ^e categorie te Kalmthout (stroombekken Kleine Aa)
57	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	nee	Ruilverkaveling Merksplas: Retentiebekkens op de samenvloeiing waterloop nr. 4 Mark met nr. 4.22 Goorloop; en op de samenvloeiing waterloop nr. 4 Mark met nr. 4.25 Venneloop (stroombekken Mark)
58	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	nee	Ruilverkaveling Zondereigen (Baarle-Hertog): retentiebekkens op de samenvloeiing van waterlopen 4.15.1, -22 en -23 met 4.15.2 en 4.15
59	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	nee	Ruilverkaveling Weelde: Retentiebekkens op de waterloop nr. M.10.1 (Ossenvloot)
60	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Optimaliseren hoogte overloopkades van de drie bestaande bergboezems langs de Mark, incl. Aanpassingen van de lozingskunstwerken
61	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Realiseren van een vierde bergboezem in het gebied van de Haagse Beemden
62	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Verplaatsen jachthaven uit de doorgaande watgang (Mark) in Breda en verdiepen van de Mark (de 'singels') in Breda
63	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Verruimen lozingsmogelijkheden Oosterhout

64	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Doorstroombmogelijkheden Mark in Breda: herstel open haven en aanpassing bruggen
65	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Aanleggen kades in het kader van hoogwater Breda / op hoogte brengen van boezemkades Mark-Vlietstelsel
66	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Aanleggen nevengeulen / verdiepen van winterbed in combinatie met aanleg van helofytenfilters t.b.v. nutriënt-verwijdering i.v.m. waterkwaliteit Mark-Vliet boezem en Volkerrak-Zoommeer
67	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Early Warning System hoogwater Mark-Vliet boezem
68	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Afkoppelen van verhard oppervlak, infiltratie van regenwater in de bodem
69	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Knipconstructies, retentie in bestaand stedelijk water
70	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Retentie bij riooloverstorten
71	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Retentiebekkens
72	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Vermindering ontwatering perceelsniveau
73	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Infiltratie bij Oosterhout
74	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Afkoppelen infiltratie regenwater
75	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Vasthouden regenwater nieuwe bebouwde gebieden
76	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Verhogen kaden Gat van den Ham
77	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Haalbaarheid / onderzoek / voorbereiding en realisatie Inundatiegebied
78	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Grondwater meetnet
79	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Berging gemaal Emilia
80	Waterschap Mark en Weerij	nee	nee	Hergebruik effluent RWZI
81	Waterschap Mark en Weerij	nee	nee	Waterverdeelplan Turfvaart/Weerij
82	Waterschap Mark en Weerij	nee	nee	Overstromingsvlakten, retenties, knipconstructies, hermeandering
83	Waterschap Mark en Weerij	nee	nee	Maatregelen Hoogwater Breda

In principe komen slechts projecten die onder de eerste categorie vallen (i.c. no. 1 t/m 37) voor IRMA-subsidie in aanmerking. Het projectgebied Westelijk Noord-Brabant is voorsnog van subsidie uitgesloten. Ook de projecten 38 t/m 55 komen niet voor een financiële bijdrage in aanmerking, omdat zij op dit moment nog niet concreet genoeg zijn.

6.1 Maatregelen in het stedelijk gebied

Tot voor kort was het beleid met betrekking tot de afwatering in stedelijk gebied erop gericht om de kans op wateroverlast in de stad te minimaliseren. Er werd naar gestreefd het water zo snel mogelijk via de riolering af te voeren. Ten gevolge van de recente omslag in inzicht worden momenteel projecten ontwikkeld die erop gericht zijn om zoveel mogelijk water in de stad vast te houden. Dit streven kan onder meer worden gerealiseerd door het vasthouden van regenwater in bergingsvijvers, het zoeken naar nieuwe gebruiksmogelijkheden van neerslagwater, het afkoppelen van verhard oppervlak van de riolering waarbij het neerslagwater de mogelijkheid krijgt om in de bodem te infiltreren, en door bij de ruimtelijke inrichting van nieuwe woongebieden rekening te houden met natuurlijke watersystemen. Voorbeelden van innovatief duurzaam stedelijk waterbeheer zijn onder meer te vinden in Eindhoven (Meerhoven), 's-Hertogenbosch (Groote Wielen), Tilburg (Katsbogte Zuid en Vossenbergr West) en Waalwijk (Landgoed Driessen). Niet alleen in deze stedelijke gebieden, maar ook bijvoorbeeld in recreatiepark 'de Efteling' wordt op ruime schaal neerslagwater afgekoppeld en geïnfiltreerd.

Uit de eerder genoemde studie 'Waterberging binnendijks' (Kwakernaak et al., 1996) blijkt dat genoemde maatregelen in principe effectief kunnen zijn bij de bestrijding van de hoogwaterproblematiek. Een aantal potentieel aantrekkelijke maatregelen in stedelijk gebied wordt in het volgende besproken. In Aanhangsel A worden de effecten van maatregelen op overzichtelijke wijze gerubriceerd, en getoetst op een achttal criteria.

Vergroten van de waterretentie in de bodem

In bebouwd gebied zijn de meeste verharde oppervlaktes aangesloten op rioleringssystemen die doorgaans beperkte bergingsmogelijkheden hebben. Bij hevige regenbuien schiet de bergingscapaciteit snel tekort en wordt het rioolwater ongezuiverd via riooloverstorten op het oppervlaktewater geloosd. De kans dat dit probleem zich voordoet wordt sterk verminderd wanneer substantiële volumina regenwater niet in het riool terecht komen maar in de bodem kunnen infiltreren. Hierdoor wordt niet alleen de incidentele vervuiling van het oppervlaktewater door overstorten verminderd, maar worden ook piekafvoeren afgevlakt.

Vergroten van de waterretentie in het rioleringssysteem

Evenals bij afkoppeling van neerslagwater van rioleringssystemen (zie 5.1.1) is deze maatregel gericht op het verminderen van de overstortproblematiek. Het bij hevige buien overstortende water wordt opgevangen in zogenaamde bergbezinkbassins. Dit water wordt weer teruggedleid naar het riool, zodra hiervoor weer ruimte is ontstaan. Door bergbezinkbassins ruim te dimensioneren kan niet alleen een bijdrage worden geleverd aan de verbetering van de waterkwaliteit, maar kunnen ook piekafvoeren beter in de tijd worden gespreid.

Vergroten van de waterretentie in het oppervlaktewatersysteem

Wanneer verhard oppervlak van het rioolstelsel is afgekoppeld kan het regenwater niet alleen worden afgeleid naar de bodem, maar ook naar open waterpartijen zoals vijvers en plassen in het stedelijk gebied. Een voorwaarde hierbij is wel dat het waterpeil in dit stedelijk open water mag fluctueren.

Verminderen van lozing op het oppervlaktewater

Het effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) draagt niet alleen bij aan de belasting van het oppervlaktewater, vooral met meststoffen, maar levert ook een aanzienlijke bijdrage aan de afstroming naar het oppervlaktewater. De hoeveelheden af te voeren water kunnen worden verminderd door het effluent niet meer direct op het oppervlaktewater te lozen maar het - eventueel na biologische zuivering - in de bodem te infiltreren, ter aanvulling van grondwatervoorraden. Zulke maatregelen worden reeds ter hand genomen (RWZI's Tilburg-Noord en Land van Cuijk).

Verminderen van de kans op inundaties

Op plaatsen waar overstromingen absoluut niet kunnen worden getolereerd (veiligheid, economische schade) moet soms worden overgegaan tot het aanbrengen van permanente waterkeringen, bijvoorbeeld in de vorm van verhoging van kades. In tegenstelling tot de meer conventionele benadering van hoogwaterproblemen, leeft het besef dat dergelijke ingrepen slechts additioneel moeten worden toegepast. Door verhoging van kades wordt immers een probleem ter plaatse opgelost, maar wordt het

tegelijkertijd in benedenstroomse richting doorgeschoven. In het 'ontvangende' gebied zal de bergingscapaciteit, gegeven de bovenstrooms geïntroduceerde kadeverhoging, moeten worden vergroot.

Verminderen van de stremming in afvoer

Deze maatregel houdt ondermeer in het verminderen van de stremmende werking van bruggen door het aanbrengen van geleidingswerken. Dit leidt tot versnelde afvoer, waardoor de hoogwaterproblemen ter plaatse worden verminderd, maar waarvoor benedenstrooms meer ruimte moet worden gecreëerd om overstromingsrisico's te verminderen.

6.2 Maatregelen in de groene ruimte

In de afgelopen decennia werd er bij de landbouw naar gestreefd om wateroverlast te voorkomen door te zorgen voor een goede ont- en afwatering. Tegenwoordig probeert men voor verschillende vormen van landgebruik een optimale waterbeheersing te realiseren, waarbij men zoveel mogelijk rekening houdt met het natuurlijk afvoersysteem en de nabijheid van natuurgebieden. Deze filosofie is de afgelopen tijd ontwikkeld door de Projectgroep Waternood (1998), waarbij *Waternood* staat voor *Watersysteemgericht normeren, ontwerpen en dimensioneren*. Specifieke afvoerverminderende maatregelen ('knijpconstructies'), retentiebekkens en vermindering van ontwatering op de percelen zorgen ervoor dat water langer in het systeem vastgehouden wordt. In het verleden werden kanalen en drainagegeulen aangelegd; thans probeert men de natuurlijke stromingspatronen te herstellen: beken mogen weer meanderen, laaggelegen gronden mogen weer vernatten opdat natuurontwikkeling kan plaatsvinden.

Tijdens perioden met een extreem hoogwater kunnen piekafvoeren tijdelijk in retentiebekkens worden geborgen. Dit vereist een goed inzicht in de hydrologische omstandigheden en een goede sturing via inlaatwerken. Inundatie is een fenomeen dat van oudsher in het Brabantse landschap aanwezig is geweest. Door intensivering van het grondgebruik is de inundatiecapaciteit echter grotendeels verloren gegaan. In samenhang met natuurontwikkelingsprojecten in beekdalen en op andere laaggelegen gronden liggen er kansen om de hoogwaterproblematiek duurzaam aan te pakken. Op korte termijn wordt het Bossche Broek nabij 's-Hertogenbosch ingericht als retentiebekken. Uitvoeringsgereed zijn ook Starkriet (Aa) en Viermannekesbrug (Dommel). Diverse andere projecten zijn in voorbereiding, o.a. de ruilverkaveling 'De Hilver'. In Westelijk Noord-Brabant wordt de aanleg van een aantal zogenoemde bergboezems voorbereid.

In de groene ruimte worden de volgende typen maatregelen onderscheiden.

Vergroten waterrentie aan het maaiveld

Tijdelijke berging van water tijdens piekafvoeren kan worden gerealiseerd door hiervoor ruimte te reserveren. Hiervoor kunnen retentiebekkens worden ingericht in meer bovenstroomse delen van het stroomgebied, zodat afstroming naar de hoofdwaterlopen tijdelijk wordt belemmerd. Meer benedenstrooms is aanwijzing en

inrichting van inundatiegebieden mogelijk om het water uit de waterloop tijdelijk naar te kunnen afleiden bij piekafvoeren.

Vergroten van de waterretentie in het oppervlaktewaterstelsel

De bergingscapaciteit van waterlopen kan worden vergroot door het profiel te verlengen en te verbreden. Verlenging kan worden gerealiseerd door rechtgetrokken beken weer te laten meanderen; verbreding is mogelijk door herprofilering (accoladeprofiel of uiterwaardprofiel) en door het verlagen of verwijderen van kades.

Verhogen van de stremming van de afvoer

Hoogwaterproblemen die zich in benedenstrooms gelegen gedeelten van stroomgebieden voordoen kunnen worden verminderd door de afvoercapaciteit van bovenstrooms gelegen waterlopen te beperken. Dit is mogelijk door knijpconstructies en door een meer extensief onderhoud aan de beken, waardoor deze ondieper worden, en waterplanten de afvoersnelheid afremmen.

Vergroten van de waterretentie in de bodem

De sponswerking van de bodem kan beter worden benut door in het bodemprofiel meer ruimte voor infiltratie te creëren: de bergingscapaciteit neemt toe. Dit kan worden bereikt door dieper te ontwateren. Nadeel van deze maatregel is het verdrogend effect op natuur en landbouw. Een andere mogelijkheid is om de drainage van de bodem te extensiveren, door sloten ondieper te maken of te dempen. Zulke ingrepen hebben een gunstig effect wanneer er vóór de periode van wateroverlast sprake was van een relatief droge periode: in het bodemprofiel kan veel water worden geborgen en het komt niet of nauwelijks tot afstroming. Was er vóór de periode van wateroverlast echter sprake van een natte periode, dan kan er weinig water in het profiel worden opgeslagen.

Vergroten van de berging op en in de bodem

Door aangepast landgebruik is een grotere bergingscapaciteit van de bodem te realiseren. Mogelijkheden zijn omzetting van landbouwgrond in natuur- en bosgebieden, aanleg van groenstroken en grondbewerking.

6.3 Vergroten van de kennis over hoogwater

Ten tijde van hoogwater is een adequate beschikbaarheid van kennis noodzakelijk voor een goede voorlichting en informatie-uitwisseling. Voorspelling van waterstanden, meten van waterstanden, vergelijken van actuele waterstanden met dijkhoogtes, voorspellen van mogelijke inundatiegebieden zijn belangrijk om een goed beeld te krijgen van de actuele situatie. Beschikbaarheid van dergelijke informatie kan een belangrijke ondersteuning vormen bij de besluitvorming om eventueel tot evacuatie over te gaan.

De projecten zijn te onderscheiden in:

- onderzoeksprojecten, gericht op de aanpak van hoogwaterproblemen;
- onderzoeksprojecten gericht op verbetering van kwaliteit en beschikbaarheid van gegevens.

7 Beoordelingscriteria voor te nemen maatregelen

Om te kunnen komen tot een beoordeling van de projecten zijn de typen maatregelen getoetst aan een aantal criteria. Op basis van deze toetsing ontstaat inzicht in de meerwaarde van het totale pakket van maatregelen, zijnde de integrale gebiedsgerichte aanpak van hoogwater in beide projectgebieden via waterconservering en reservering van ruimte voor water. Deze criteria zijn:

- *Effectiviteit*: de mate waarin een type maatregel en het totale pakket maatregelen bijdraagt aan, dan wel versnellend werkt voor een oplossing van de hoogwaterproblematiek en aan de toename van de veiligheid.
- *Innovativiteit*: de mate waarin een type maatregel en de aanpak als geheel vernieuwend is bij de aanpak van hoogwater. Hierbij wordt met name aandacht besteed aan nieuwe meekoppelingsmogelijkheden.
- *Samenwerking*: de mate waarin sprake is van samenwerking die nodig is om een type maatregel en het totale pakket maatregelen als koepelproject uit te voeren.
- *Internationaliteit*: de mate waarin het type project en de totale integrale gebiedsgerichte aanpak bijdraagt aan versterking van internationale samenwerking en uitwisseling van ervaringen op het gebied van bestrijding van de hoogwaterproblematiek.

Hierna wordt eerst het totale pakket van maatregelen en projecten voor beide projectgebieden getoetst aan deze criteria.

7.1 Beoordeling van het totale pakket

7.1.1 Vermindering van hoogwaterrisico's

Een belangrijk punt is dat de effectiviteit van een maatregel sterk afhangt van de locatie binnen het stroomgebied. Hoogwatersituaties treden op bij samenvallen van hoge afvoeren van de deelstroomgebieden. In het geval een maatregel een afvoerverlagende maar ook afvoervertragende werking heeft (en deze combinatie is zeer waarschijnlijk) dan kunnen de afvoerpieken meer samenvallen, met als gevolg een versterking van de afvoerpiek benedenstrooms van de samenvloeiing. Het omgekeerde effect is uiteraard ook mogelijk. Dit aspect moet meegenomen worden bij de beoordeling van projecten.

In de stroomgebieden van de Noord-Brabantse beken en rivieren kunnen maatregelen gericht op waterconservering ter vergroting van de sponswerking van bodems en stremming van de afvoer in principe overal worden gesitueerd. Stroomopwaarts heeft dit echter voor de stroomgebieden het meeste effect, omdat dan niet alleen de Maas maar ook het deelstroomgebied van deze maatregel profiteert. Afvoerremmende maatregelen (bijvoorbeeld hermeandering) kunnen goed in de midden- of benedenloop van beken worden gesitueerd, omdat daar de afvoeren het grootst zijn. Echter, een duurzame aanpak veronderstelt dat zulke maatregelen ook in de bovenstroomse haarvaten van het systeem worden getroffen. Gestuurde retentie van water is het

meest effectief op plaatsen waar de hoogwaterproblemen zich voordoen, dus meer benedenstrooms. Een goed voorbeeld is het Bossche Broek nabij Den Bosch, dat zal worden ingericht als retentiebekken om de piekafvoeren naar en in de Maas te beperken.

De effectiviteit van een maatregel kan ook afhankelijk zijn van de gekozen herhalingstijd. Neem bijvoorbeeld een debietbegrenzer. Deze wordt pas effectief als de afvoer de grenswaarde heeft bereikt, en hij wordt effectiever naarmate het verschil groter wordt. Bij de beoordeling van de effecten is uitgegaan van een herhalingstijd rond de 50 jaar.

Uit een haalbaarheidsstudie naar de effectiviteit van waterconservering en waterretentie voor de vermindering van piekafvoeren (Kwakernaak et al., 1996) komt naar voren dat een pakket maatregelen en projecten zoals hier wordt voorgesteld een aanzienlijke reductie kan opleveren van de maatgevende afvoer en, zij het in mindere mate, van extreme piekafvoeren met een herhalingstijd van 100 jaar. In deze studie werd de effectiviteit van het maatregelpakket berekend voor het Nederlandse deel van het stroomgebied van de Dommel. De studie was gericht op toename van infiltratie en demping van de afvoer in de Ecologische Hoofdstructuur, stremming van de afvoer (met centrale sturing) in andere delen van het landelijk gebied, en op toename van infiltratie en berging in stedelijk gebied via afkoppelen van verhard oppervlak van het rioolstelsel. Een dergelijk beleidsmatig haalbaar pakket maatregelen bleek voor de Dommel te leiden tot een reductie van 33% van de maatgevende afvoer in de Dommel voor een piekafvoer met een herhalingstijd van 1 jaar, en van 11% voor de extreme piekafvoeren die slechts 1 maal per 100 jaar voorkomen.

7.1.2 Innovativiteit

Van oudsher wordt de wateroverlast bestreden door het verhogen van de waterkering (dijken of kaden) of door het versneld afvoeren van het water. Het besef is gegroeid dat hierdoor problemen niet worden opgelost maar afgewenteld op benedenstrooms gelegen gebieden waar de risico's van hoogwater zullen toenemen. Tevens wordt in de traditionele aanpak van hoogwaterproblemen het ene probleem (hoogwater) vervangen door een ander: te weinig water voor natuur (verdroging) en landbouw (droogteschade). Om deze 'wet van behoud van ellende' te doorbreken is een geheel andere benadering gekozen, te weten het beter benutten en vergroten van de bergingscapaciteit in het totale stroomgebied. Dit past in de trend van vernieuwing in het denken in het waterbeleid, gericht op meer veerkrachtige watersystemen. Het voorgestelde pakket van maatregelen is te beschouwen als het uitvoeringstraject van dit innovatieve waterbeheer. Sommige afzonderlijke maatregelen, zoals inrichting van open water in de stad, zijn op zich niet zozeer nieuw, maar wel innovatief in hun toepassing als onderdeel van een brongerichte aanpak van de hoogwaterproblematiek.

Voorts vinden bij tal van maatregelen meekoppelingen van hoogwaterbestrijding plaats met de uitvoering van andere doelstellingen in het beleid en in de maatschappij, zoals bestrijding van de verdroging van bos en natuurgebieden, realisatie van een duurzame, aaneengesloten en recreatief aantrekkelijk ecologische structuur, maar ook

vermindering van de droogteschade in de landbouw. Veel maatregelen in stedelijk gebied leiden zowel tot verbetering van de waterkwaliteit als tot vermindering van de piekafvoeren. Veel van de hieronder genoemde maatregelen leiden tot bijzondere vormen van samenwerking, gebaseerd op het principe van zorgvuldig omgaan met water en beheer van water als voorraad.

7.1.3 Samenwerking

De titel van het ontwerp Waterhuishoudingsplan 2 voor de provincie Noord-Brabant (Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant, 1997) luidt: *Samen werken aan water*. Dit illustreert het accent in het huidige denken over effectief waterbeheer. Een gezamenlijke aanpak waarbij krachten gebundeld worden vormt de enige effectieve manier voor het oplossen van de bestaande knelpunten. Het provinciaal beleid stelt integrale, gebiedsgerichte uitvoering van het natuur-, water- en milieubeleid centraal. Hiermee wordt ingespeeld op zowel het benutten van combinatiemogelijkheden van beleidsdoelstellingen, als op mogelijkheden om het draagvlak voor de beoogde maatregelen te vergroten door de actoren in het gebied te betrekken bij de planvorming en uitvoering. Dit beleid wordt optimaal toegepast in de hier gepresenteerde integrale gebiedsgerichte aanpak van de hoogwaterproblematiek.

Bij de uitvoering van de cluster projecten in de twee projectgebieden kan worden voortgebouwd op talrijke bestaande samenwerkingsverbanden bij gebiedsgericht ruimtelijk beleid en waterbeleid in deze regio:

- 1 samenwerking bij het opstellen van dit rapport door diverse Nederlandse en Vlaamse overheden;
- 2 samenwerking met Vlaanderen in het kader van het LIFE Dommel project, gericht op hydro-ecologisch herstel van het stroomgebied van de Dommel;
- 3 samenwerking met Vlaanderen in de stroomgebiedcomités van Markbekken en Dommelbekken;
- 4 samenwerking bij de uitvoering van de Nadere Uitwerking Brabant Limburg (NUBL) tussen rijk, provincies, gemeenten, waterschappen en maatschappelijke organisaties bij diverse projecten, o.a. stimulering van waterconservering op bedrijfsniveau, integrale beekdalontwikkeling en realisatie van ecologische verbindingszones;
- 5 samenwerking in streekcommissies en landinrichtingcommissies, en tussen waterbeheerders onderling bij waterschaps-, en interprovinciale beheersvisies en -projecten;
- 6 samenwerking bij de aanpak de hoogwaterproblematiek rond 's-Hertogenbosch door de gemeente 's-Hertogenbosch, de provincie Noord-Brabant en de waterschappen de Aa, de Dommel en de Maaskant in onderzoek en oplossingsmaatregelen;
- 7 bij het ontwikkelen van het Hoogwater Informatie Systeem (HIS) Noord-Brabant wordt samengewerkt door de provincie Noord-Brabant, het waterschap de Maaskant en de hoogheemraadschappen Alm en Biesbosch en Westelijk Noord-Brabant en de directies Zuid-Holland, Limburg en Noord-Brabant van Rijkswaterstaat;

- 8 diverse samenwerkingsverbanden tussen waterbeheerders en gemeenten bij het realiseren van randvoorzieningen bij rioleringsystemen;
- 9 samenwerking bij de ontwikkeling van de nieuwe woonwijk Meerhoven tussen de gemeente Eindhoven, het waterschap de Dommel, het waterleidingbedrijf Oostelijk Noord-Brabant en de provincie Noord-Brabant, met maatregelen als het afkoppelen van het verhard oppervlak en de aanleg van een tweede waterleidingnet;
- 10 samenwerking bij de retentie van het effluent van RWZI Tilburg-noord door de waterschappen de Dommel en de Dongestroom en de directie Noord-Brabant van Rijkswaterstaat.

Integrale uitvoering van het pakket maatregelen en projecten gericht op vermindering van de hoogwaterproblematiek zal de bestaande samenwerkingsverbanden versterken, met name de internationale samenwerking, en zal tevens leiden tot tal van nieuwe vormen van samenwerking, o.a. met diverse maatschappelijke groeperingen.

7.1.4 Internationaliteit

De aanpak van hoogwaterproblemen volgens de principes 'water vasthouden' en 'ruimte voor waterberging' vraagt om een stroomgebiedsbenadering. Bij grensoverschrijdende stroomgebieden, zoals het geval is bij grote rivieren als de Maas, en bij toeleverende rivieren als de Dommel en de Mark is een grensoverschrijdende afstemming en samenwerking in beleid en uitvoering noodzakelijk. De stijgende behoefte aan samenwerking tussen Nederland en Vlaanderen heeft in 1994 geleid tot de instelling van stroombekkencomités voor de rivieren Mark, Molenbeek-Kleine Aa en Dommel. Ook is grensoverschrijdend onderzoek uitgevoerd, gericht op hydro-ecologisch herstel van de Dommel en de Kalmhoutse Heide.

Het bewustzijn van een gezamenlijke verantwoordelijkheid voor de kwaliteit van de leefomgeving, zowel van mens, dier als plant wordt steeds sterker. Door verschillende autoriteiten wordt dan ook gestreefd naar verdergaande intensivering van samenwerking, en afstemming van activiteiten. Dit gebeurt in de sfeer van de planvorming, bij het opstellen van beheersvisies en bij de uitvoering van maatregelen. Uitvoering van het pakket projecten in de twee projectgebieden zal deze gezamenlijke verantwoordelijkheid doen uitkristalliseren van papieren voornemens naar praktische uitwerkingen met meetbare resultaten.

Internationale samenwerking vindt ook plaats via uitwisseling van ervaringen tussen Europese steden. Voorbeelden van samenwerkingsverbanden zijn die tussen 's-Hertogenbosch en Trier, en tussen Eindhoven en Kopenhagen. Dergelijke internationale contacten zullen worden benut om ervaringen die zijn opgedaan met deze innovatieve aanpak van de hoogwaterproblemen door waterconservering en waterretentie uit te wisselen. De voorbeeldwerking van de brongerichte aanpak, die in dit koepelproject centraal staat, kan een belangrijke bijdrage leveren aan een structurele vermindering van deze problematiek in de stroomgebieden van de Rijn en de Maas.

7.2 Beoordeling van de verschillende soorten maatregelen

De volgende paragrafen bevatten een summierende toetsing van de verschillende typen maatregelen op de gehanteerde criteria. De toetsing heeft alleen betrekking op concrete projecten in het IRMA-projectgebied, d.w.z. de projecten die zich binnen het gebied oostelijk Noord-Brabant bevinden (zie 2.1) en die voldoen aan de voorwaarden, genoemd in hoofdstuk 6 (project no. 1 t/m 37). Voor de volledigheid zijn ook de projecten die nog niet concreet zijn en de projecten die niet aan genoemde voorwaarden voldoen, in aparte tabellen opgenomen. In Aanhangsel B is de informatie die, verspreid in dit hoofdstuk, in tabelvorm is ondergebracht op overzichtelijke wijze samengebracht. Hierdoor is vergelijking van de grote hoeveelheid informatie met betrekking tot de projecten relatief eenvoudig.

7.2.1 Maatregelen in het stedelijk gebied

In tabel 2 zijn de concrete projecten ondergebracht die worden voorgesteld voor stedelijke gebieden. In de tabel zijn de subsidiabele kosten, de relevante effecten in de vorm van kentallen, en de relatieve kosten per eenheid van deze kentallen weergegeven. Deze relatieve kosten dragen het karakter van ruwe schattingen, omdat de totaalsom van subsidiabele kosten volledig aan alle beschikbare kentallen is gerelateerd, terwijl dit in sommige gevallen niet logisch is en daarom niet correct kan zijn. Het was met de beschikbare gegevens echter niet mogelijk om betere kosten-batenverhoudingen te berekenen. In de meeste gevallen geven de schattingen echter wel een indruk van het rendement van de voorgestelde investeringen in termen van hoogwaterbestrijding. Indien geen kentallen zijn vermeld zijn zij door de aanvrager niet opgegeven.

Tabel 2 Overzicht van alle concrete projecten in stedelijke gebieden, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidiabele kosten (f x1000)	Nieuwe retentie-capaciteit (m³ x1000)	Relatieve kosten (f/m³)	Nieuwe groene zones (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Afgekoppeld (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Niet meer via riool (x1000 m³/jaar)	Relatieve kosten (f/m³)
1	Waterschap de Dongestroom	Aanleg retentie Industrierrein Haansberg	148							5,00	29,60
2	Waterschap de Dongestroom	Aanleg retentie Woonwijk Landgoed Driessen in de gemeente Waalwijk	425					43,00	9,88	275,00	1,55
3	Waterschap de Dongestroom	Aanleg retentie-vijver industrie-terrein Everdenberg	700	7,00	100,00			16,50	42,42		
4	Waterschap de Aa	Infiltratie /hergebruik hemelwater Doonheide te Gemert	1798	2,10	856,19	1,10	1634,55				
5	Waterschap de Aa	Waterretentiebekken voor industrie-terrein Moortveld te Liessel	200	0,90	222,22						
6	Waterschap de Aa	Hemelwaterretentie bedrijventerrein De Amert te Veghel	500	14,00	35,71						
7	Waterschap de Aa	Waterretentiebekken Sliepenvijver Riolwateroverstort Someren	335	3,60	93,06						
8	Waterschap de Maaskant	Retentievoorziening Geersloot te Vlijmen	500	3,00	166,67						
9	Waterschap de Maaskant	Aanpassen RWZI-Land van Cuijk	2900							4000,00	0,73

10	Gemeente Eindhoven	Proefproject de Blauwe Transformatie	750					10,00	75,00	5,00	150,00
11	Gemeente Eindhoven	Aanleg van Bergbezinkbassins	47000	35,00	1342,86						
12	Gemeente Eindhoven	Ontkoppeling van verhard oppervlak in openbaar stedelijk gebied	4400					60,00	73,33	10,00	440,00
13	Gemeente Eindhoven	Ontkoppeling van verhard oppervlak van niet-openbaar terrein	4400					60,00	73,33	10,00	440,00
14	Gemeente Eindhoven	Stimuleren van gebruik van hemelwater bij particulieren en bedrijven	1000							3,00	333,33
15	Gemeente 's-Hertogenbosch	Integraal Waterbeheer woonwijk De Vliert	3736					72,00	51,89	46,52	80,31
16	Gemeente Tilburg	Aanleg berg- bezinkbassins (bbb) en andere randvoorzieningen	10625	7,50	1416,67						
17	Gemeente Tilburg	Afkoppelen nieuw stedelijk gebied	4207					520,00	8,09	3900,00	1,08
18	Gemeente Tilburg	Afkoppelen bestaand stedelijk gebied	4038					67,00	60,27	635,00	6,36
19	Gemeente Tilburg	Aanleg retentie- vijvers Katsbogte Zuid en Vossenbergr West (industrieterreinen)	1040	40,00	26,00			80,00	13,00	600,00	1,73
20	Gemeente Tilburg	Vergroten effectieve bergingscapaciteit rioolstelsel	6800	0,30	22666,67					100,00	68,00
			95502	113,40	612,86	1,10	1634,55	928,50	25,52	9589,52	3,53

Vergroten van de waterretentie in de bodem (afkoppelen)

De concrete projecten zijn ondergebracht in tabel 3; de overige in tabel 4. De **effectiviteit** voor hoogwaterbestrijding is groot. Door het afkoppelen (ontkoppelen) van verharde oppervlakken infiltreert het neerslagwater in de bodem. Hierdoor worden riooloverstorten gereduceerd. Piekafvoeren kunnen hierdoor met een factor 10-100 verminderen (van de Ven en Ven, 1996). Een goede sturing op het niveau van een geheel stroomgebied is nodig om te zorgen voor een goed gefaseerde piekafvoer, die inspeelt op de hoogwaterstanden in de Maas.

De **innovativiteit** van deze maatregel ligt met name hierin, dat afkoppeling voor meerdere doelen tegelijk wordt ingezet. Het betreft allereerst de combinatie van hoogwaterbestrijding en verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater, omdat de frequentie van riooloverstorten na hevige regenbuien sterk zal verminderen. Bovendien zal door volumevermindering van het rioolwater, als gevolg van afleiding van regenwater naar de bodem, het zuiveringsrendement van RWZI's sterk toenemen. Ook draagt deze maatregel bij aan vermindering van de verdroging in benedenstrooms gelegen natuurgebieden. Een voorbeeld hiervan is het project 'de lekkende stad', waarin afkoppeling in een stadsuitbreiding van Tilburg ervoor zorgt dat verdroging van het natuurgebied de Brand, dat afhankelijk is van het grondwater, wordt voorkomen. Het zo vroeg mogelijk inspelen op ongewenste ecohydrologische effecten van verstedelijking is zeer innovatief. Andere voorbeelden van dergelijk innovatief duurzaam stedelijk waterbeheer zijn te vinden in Eindhoven, 's-Hertogenbosch en de gemeente Waalwijk. **Samenwerking** vindt plaats tussen gemeenten, waterschappen, provincie en natuurbeherende instanties omdat ingespeeld wordt op

bredero beleidsdoelen dan uitsluitend het reduceren van de overstortfrequentie. De **internationale betekenis** van dit type project is er vooral in gelegen dat ervaringen met een verbrede toepassing van afkoppelingsprojecten worden uitgewisseld met steden in het buitenland, waaronder Kopenhagen.

Tabel 3 Concrete projecten, gericht op het vergroten van waterretentie in de bodem, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidia- bele kosten (f x1000)	Nieuwe retentie- capaciteit (x1000 m ³)	Relatieve kosten (f/m ³)	Afge- koppeld (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Niet meer via riool (x1000 m ³ /jaar)	Relatieve kosten (f/m ³)
1	Waterschap de Dongestroom	Aanleg retentie industrieterrein Haansberg	148					5,00	29,60
2	Waterschap de Dongestroom	Aanleg retentie woonwijk Landgoed Driessen in de gemeente Waalwijk	425			43,00	9,88	275,00	1,55
4	Waterschap de Aa	Infiltratie/hergebruik hemelwater Doonheide te Gemert	1798	2,10	856,19				
6	Waterschap de Aa	Hemelwaterretentie bedrijventerrein De Amert te Veghel	500	14,00	35,71				
10	Gemeente Eindhoven	Proefproject de Blauwe Transformatie	750			10,00	75,00	5,00	150,00
12	Gemeente Eindhoven	Ontkoppeling van verhard oppervlak in openbaar stedelijk gebied	4400			60,00	73,33	10,00	440,00
13	Gemeente Eindhoven	Ontkoppeling van verhard oppervlak van niet-openbaar terrein	4400			60,00	73,33	10,00	440,00
15	Gemeente 's-Hertogenbosch	Integraal Waterbeheer woonwijk De Vliert	3736			72,00	51,89	46,52	80,31
17	Gemeente Tilburg	Afkoppelen nieuw stedelijk Gebied	4207			520,00	8,09	3900,00	1,08
18	Gemeente Tilburg	Afkoppelen bestaand stedelijk Gebied	4038			67,00	60,27	635,00	6,36

Tabel 4 Overige projecten met betrekking tot het vergroten van waterretentie in de bodem

No	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
38	Waterschap de Dongestroom	ja	Aanleg retentie woonwijk Dalum en De Wijk in Tilburg
39	Waterschap de Dongestroom	ja	Aanleg retentie woonwijk Leeuwerik in Tilburg
40	Waterschap de Dommel	ja	Bufferzones in ecologische verbingszone Ekkersrijt
44	Waterschap de Aa	ja	Afkoppelen verhard oppervlak met infiltratie of hergebruik van hemelwater in nieuw te bebouwen gebieden
45	Waterschap de Aa	ja	Afkoppelen verhard oppervlak met infiltratie of hergebruik van hemelwater binnen bestaande bebouwing
49	Gemeente 's-Hertogenbosch	ja	Vinex Locatie 'De Groote Wielen'
68	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Afkoppelen van verhard oppervlak, infiltratie van regenwater in de bodem
74	Waterschap Land van Nassau	nee	Afkoppelen infiltratie regenwater

Verminderen van inundaties (verhogen van kades)

In deze categorie zijn geen concrete projecten ingediend. Geregistreerde projecten die in voorbereiding zijn, zijn ondergebracht in tabel 5. Zij liggen alle in westelijk Noord-Brabant; buiten het projectgebied. De **effectiviteit** van deze maatregel voor de directe omgeving is lokaal groot. Het verhogen van kades kan er echter toe leiden dat de hoogwaterproblemen naar benedenstrooms gelegen gebieden worden afgewenteld. De **innovativiteit** van de maatregel is gering; het is de traditionele wijze van bescherming tegen hoogwater. Om ongewenste neveneffecten benedenstrooms te voorkomen is een goede **samenwerking** in planvorming nodig met actoren en beleidsverantwoordelijken uit die gebieden. De **internationale betekenis** van deze traditionele aanpak van hoogwaterbestrijding is gering, omdat dit type maatregel geen

grensoverschrijdende consequenties heeft, en ook niet innovatief is voor toepassing in het buitenland.

Tabel 5 Overige projecten, gericht op het verhogen van kades

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
65	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Aanleggen kades in het kader van hoogwater Breda / op hoogte brengen van boezemkades Mark-Vlietstelsel
76	Waterschap Land van Nassau	nee	Verhogen kaden Gat van den Ham
81	Waterschap Mark en Weerij	nee	Waterverdeelplan Turfvaart/Weerij
83	Waterschap Mark en Weerij	nee	Maatregelen Hoogwater Breda

Verminderen van de stremming in afvoer (geleidingswerken bij bruggen)

In deze categorie worden geen concrete projecten ingediend. De projecten die tijdens de inventarisatie in voorbereiding waren, zijn ondergebracht in tabel 6. Zij liggen allen in westelijk Noord-Brabant; buiten het projectgebied. Deze maatregel is, evenals het verhogen van kades, lokaal **effectief** maar kan leiden tot afwenteling van de hoogwaterproblemen benedenstrooms. Uit berekeningen, uitgevoerd in de hoogwaterstudie voor Breda blijkt dat de waterstanden in de stad, na introductie van geleidingswerken, tijdens hoogwater met ca. 15 cm. worden verlaagd. Dit type maatregel scoort op de criteria **effectiviteit**, **innovativiteit**, **samenwerking** en **internationale betekenis** ongeveer gelijk als het verhogen van kades.

Tabel 6 Overige projecten, gericht op het verminderen van stremmingen in de afvoer

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
63	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Verruimen lozingsmogelijkheden Oosterhout
64	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Doorstroommogelijkheden Mark in Breda: herstel open haven en aanpassing bruggen
65	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Aanleggen kades in het kader van hoogwater Breda / op hoogte brengen van boezemkades Mark-Vlietstelsel
83	Waterschap Mark en Weerij	nee	Maatregelen Hoogwater Breda

Vergroten van de waterretentie in het rioleringsstelsel (o.a. bergbezinkbassins)

De concrete projecten zijn ondergebracht in tabel 7; de overige in tabel 8. Bergbezinkbassins zijn weliswaar kostbaar, maar de **effectiviteit** met betrekking tot het beoogde doel is de investering zeker waard, omdat overstorten van riolen in de meeste gevallen wordt voorkomen. Qua **innovativiteit** scoort deze maatregel positief wanneer de afwerking zich leent voor combinatie met andere functies, zoals recreatie en natuur in de stad. **Samenwerking** bij inrichting en beheer vindt plaats wanneer sprake is van meervoudig gebruik. Ook neemt de **internationale betekenis** bij een combinatie met andere vormen van gebruik toe.

Tabel 7 Concrete projecten, gericht op de constructie van bergbezinkbassins, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidia-bele kosten (f x1000)	Nieuwe retentie-capaciteit (x1000 m ³)	Relatieve kosten (f/m ³)	Niet meer via riool (x1000 m ³ /jaar)	Relatieve kosten (f/m ³)
11	Gemeente Eindhoven	Aanleg van berg—bezinkbassins	47000	35,00	1342,86		
16	Gemeente Tilburg	Aanleg bergbezinkbassins (bbb) en andere randvoorzieningen	10625	7,50	1416,67		
20	Gemeente Tilburg	Vergroten effectieve bergingscapaciteit rioolstelsel	6800	0,30	22666,67	100,00	68,00

Tabel 8 Overige projecten, gericht op de constructie van bergbezinkbassins

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
41	Waterschap de Dommel	ja	Leidraad afvoer stedelijk water
50	Gemeente 's-Hertogenbosch	ja	Randvoorzieningen bij rioolwateroverstorten
56	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	Riooloverstortbuffering wachtbekken op waterloop nr. 5.13 , Dorpsbeek 3e categorie te Kalmthout (stroombekken Kleine Aa)
70	Waterschap Land van Nassau	nee	Retentie bij riooloverstorten

Verminderen van lozing op het oppervlaktewater (hergebruik effluentwater, gebruik van regenwater in huishoudens)

De concrete projecten zijn ondergebracht in tabel 9; de overige in tabel 10. De **effectiviteit** met het oog op reductie van hoogwaterpieken is vrij gering. Dit komt omdat de capaciteit om effluentwater van RWZI's te hergebruiken is afgestemd op 'droogweer-afvoer' die veel lager is dan de afvoer tijdens hoogwaterperiodes. Ook gebruik van regenwater in huishoudens levert naar verwachting geen grote bijdrage aan vermindering van de piekafvoer, omdat opvangmogelijkheden zoals in regentonnen qua volume beperkt zijn. Wel past deze maatregel erg goed in de totale brongerichte benadering die kenmerkend is voor het IRMA-projectgebied oostelijk Noord-Brabant.

Er is zeker sprake van **innovativiteit** van dit type maatregel door koppeling met de aanpak van verdroging en biologische zuivering (RWZI Land van Cuyk). **Samenwerkingsvormen** zijn nodig wanneer deze maatregel voor meerdere doelen worden gebruikt. De **internationale betekenis** is vooral gelegen in het opdoen van ervaringen met koppeling van de maatregel met realisatie van andere beleidsdoelen (aanpak verdroging en biologische zuivering).

Tabel 9 Concrete projecten, gericht op de vermindering van lozingen op het oppervlaktewater, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidia-bele kosten (f x1000)	Nieuwe retentie-capaciteit (x1000 m ³)	Niet meer via riool (x1000 m ³ /jaar)	Relatieve kosten (f/m ³)
9	Waterschap de Maaskant	Aanpassen RWZI-Land van Cuijk	2900		4000,00	0,73
14	Gemeente Eindhoven	Stimuleren van gebruik van hemelwater bij particulieren en bedrijven	1000		3,00	333,33

Tabel 10 Overige projecten, gericht op de vermindering van lozingen op het oppervlaktewater

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
48	Gemeente Eindhoven	ja	Gebruik van B-gua in Meerhoven
49	Gemeente 's-Hertogenbosch	ja	Vinex Locatie 'De Grootte Wielen'
80	Waterschap Mark en Weerijds	nee	Hergebruik effluent RWZI

Vergroten van de waterretentie in het oppervlaktewatersysteem (aanleg open waterpartijen)

De concrete projecten zijn ondergebracht in tabel 11; de overige in tabel 12. De **effectiviteit** van vergroting van retentie aan het oppervlak in stedelijk gebied kan aanzienlijk zijn wanneer veel wateroppervlak in de stedelijke inrichting wordt opgenomen. Daarmee kunnen riooloverstorten op waterlopen in de stad gereduceerd.

De maatregel is **innovatief** als bouwsteen voor de stedelijke inrichting. Omdat wonen aan het water aantrekkelijk is zal de maatregel leiden tot een kwalitatief hoogwaardig stedelijk milieu. **Samenwerking** voor deze maatregel is nodig tussen het waterschap,

de gemeente en projectontwikkelaars. Een creatieve uitwerking van waterretentie als onderdeel van de stedelijke inrichting heeft **internationale betekenis**.

Tabel 11 Concrete projecten, gericht op het vergroten van waterretentie in oppervlaktewatersystemen, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidiabele kosten (f x1000)	Nieuwe retentie-capaciteit (x1000 m ³)	Relatieve kosten (f/m ³)
3	Waterschap de Dongestroom	Aanleg retentievijver industrieterrein Everdenberg	700	7,00	100,00
5	Waterschap de Aa	Waterretentiebekken voor industrieterrein Moorveld te Liesse	200	0,90	222,22
7	Waterschap de Aa	Waterretentiebekken Sliepenvijver rioolwateroverstort Someren	335	3,60	93,06
8	Waterschap de Maaskant	Retentievoorziening Geersloot te Vlijmen	500	3,00	166,67
19	Gemeente Tilburg	Aanleg retentievijvers Katsbogte Zuid en Vossenbergh West (industrieterreinen)	1040	40,00	26,00

Tabel 12 Overige projecten, gericht op het vergroten van waterretentie in oppervlaktewatersystemen

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
62	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Verplaatsen jachthaven uit de doorgaande watergang (Mark) in Breda en verdiepen van de Mark (de 'singels') in Breda

7.2.2 Maatregelen in het landelijk gebied

In tabel 13 zijn de projecten ondergebracht die worden voorgesteld voor het landelijk gebied. In de tabel zijn de subsidiabele kosten, de relevante effecten in de vorm van kentallen, en de relatieve kosten per eenheid van deze kentallen weergegeven¹. Indien geen kentallen zijn vermeld zijn zij door de aanvrager niet opgegeven.

Tabel 13 Overzicht van alle concrete projecten in de groene ruimte, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidiabele kosten (f x1000)	Hersteld bergingsgebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000 /ha)	Herbeboort Gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000 /ha)	Herstelde meanders (km)	Relatieve Kosten (f x1000/km)	Nieuwe retentie-capaciteit (x1000 m ³)	Relatieve kosten (f/m ³)
21	Ws de Dongestroom	Vloeiervelden Loon Op Zand	1500							200,00	7,50
22	Ws de Dongestroom	Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'	1450					1,90	763,16	1,05	1380,95
23	Ws de Dommel	Moerasbos Hapert	1800			4,00		0,80	2250,00	30,00	60,00
24	Ws de Dommel	Herinrichting Smalwater	4475	35,00	127,86	1,70	2632,35	3,90	1147,44	50,00	89,50
25	Ws de Dommel	Ruilverkaveling Viermannekesbrug	2070	50,00	41,40	25,00	82,80	6,50	318,46	185,00	11,19
26	Ws de Dommel	Ruilverkaveling De Hilver	15000	130,00	115,38	90,00	166,67	15,60	961,54	226,00	66,37
27	Ws de Dommel	HOWABO: Retentiegebied Bossche Broek En voor-spelings/beslis-model	3759	525,00	7,16					8400,00	0,45

¹ Deze relatieve kosten dragen het karakter van ruwe schattingen, omdat de totaalsom van subsidiabele kosten volledig aan alle beschikbare kentallen is gerelateerd, terwijl dit in sommige gevallen niet logisch is, en daarom niet correct kan zijn. Het was met de beschikbare gegevens echter niet mogelijk om betere kosten/batenverhoudingen te berekenen. In de meeste gevallen geven de schattingen echter wel een indruk van het rendement van de voorgestelde investeringen in termen van hoogwaterbestrijding.

28	Ws de Dommel	EHS Middelbeers, Inclusief Conservering omleidingskanaal Groote Beerze	4470			40,00		7,00	638,57	37,00	120,81
29	Ws de Dommel	Aanleg retentievlaakte t.b.v. Effluent riool-Waterzuivering Tilburg-noord in Noorderbos	800							50,00	16,00
30	Ws de AA	Starkriet als Inundatie-Gebied voor de Aa	2460	50,00	49,20	12,00	205,00			250,00	9,84
31	Tilburg	Herstel natuurlijke Beeksystemen, o.a. De Blaak-West	850					1,50	566,67	15,00	56,67
32		Herstel natuurlijk beekstelsysteem de Donge	17430					4,00	4357,50	30,00	581,00
	Totaal		56064	790,00	35,14	172,70	186,52	41,20	1154,00	9474,05	5,92

No		Project	Subsidia- bele kosten (f x1000)	Nieuwe groen- zones (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Nieuw bergings- gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Afgekop- peld (ha)	Relatieve kosten (kf x1000/ha)
21	Ws de Dongestroom	Vloeiervelden Loon op Zand	1500						
22	Ws de Dongestroom	Afkoppelen en Infiltreren In 'de Efteling'	1450					86,00	16,86
23	Ws de Dommel	Moerasbos Hapert	1800			8,00	225,00		
24	Ws de Dommel	Herinrichting Smalwater	4475						
25	Ws de Dommel	Ruilverkaveling Viermannekesbrug	2070						
26	Ws de Dommel	Ruilverkaveling de Hilver	15000						
27	Ws de Dommel	HOWABO Retentiegebied Bossche Broek en voorspelings/beslis-model	3759						
28	Ws de Dommel	EHS Middelbeers, inclusief Conservering omleidingskanaal Groote Beerze	4470	90,00	49,67	9,50	470,53		
29	Ws de Dommel	Aanleg retentievlaakte t.b.v. effluent rioolwater-zuivering Tilburg-noord in Noorderbos	800	100,00	8,00	14,50	55,17		
30	Ws de AA	Starkriet als inundatiegebied voor de Aa	2460						
31	Tilburg	Herstel natuurlijke beeksystemen, o.a. De Blaak-West	850						
32	Tilburg	Herstel natuurlijk beekstelsysteem de Donge	17430						
	Totaal		56064	190,00	27,74	32,00	220,94	86,00	16,86

Vergroten van de waterrentie aan het maaiveld (retentiebekkens, inundatiegebieden)

De concrete projecten zijn ondergebracht in tabel 14; de overige in tabel 15. In een aantal projecten worden voorzieningen getroffen om in speciaal daarvoor aan te

wijzen gebieden op gecontroleerde wijze water te bergen. Deze retentiebekkens (in meer bovenstrooms gelegen delen van een stroomgebied) en de meer benedenstrooms gelegen inundatiegebieden hebben een hoge **effectiviteit** om hoogwater te bestrijden, zowel in de regionale wateren als in de Maas, indien de ruimte voor tijdelijke berging nabij het uitstroompunt van een zijwater in de Maas is gelegen.

De maatregel is **innovatief** vanwege meekoppelingsmogelijkheden met andere vormen van ruimtegebruik, zoals natuurontwikkeling of drinkwaterwinning uit oppervlaktewater. Voor reservering van ruimte voor dergelijke retentiegebieden en voor een gecontroleerde inzet van deze systemen is intensieve **samenwerking** nodig tussen regionale, provinciale en rijkswaterbeheerders, alsmede tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. De **internationale betekenis** is groot, zowel vanwege de bijdrage aan de vermindering van de hoogwaterproblematiek in de grote rivieren, als vanwege het multifunctionele gebruik.

Tabel 14 Concrete projecten, gericht op vergroting van de waterretentie aan het maaiveld, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidie- bele- kosten (f x1000)	Hersteld bergings- gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Nieuwe retentie- capaciteit (x1000 m ³)	Relatieve kosten (f/m ³)	Nieuw bergings- gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)
21	Waterschap de Dongestroom	Vloeiervelden Loon op Zand	1500			200,00	7,50		
22	Waterschap de Dongestroom	Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'	1450			1,05	1380,95		
23	Waterschap de Dommel	Moerasbos Hapert	1800			30,00	60,00	8,00	225,00
27	Waterschap de Dommel	HOWABO: Retentiegebied Bossche Broek en voorspellingen/beslismodel	3759	525,00	7,16	8400,00	0,45		
29	Waterschap de Dommel	Aanleg retentievaktes t.b.v. effluent rioolwaterzuivering Tilburg-noord in Noorderbos	800			50,00	16,00	14,50	55,17
30	Waterschap de AA	Starkriet als inundatiegebied voor de Aa	2460	50,00	49,20	250,00	9,84		

Tabel 15 Overige projecten, gericht op vergroting van de waterretentie aan het maaiveld

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
40	Waterschap de Dommel	ja	Bufferzones in ecologische verbindingszone Ekkersrijt
43	Waterschap de Dommel	ja	Bufferzones in ecologische verbindingszone Raamsloop
47	Waterschap de Aa	ja	Herinrichting Aa-dal nabij Berlicum
54	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	Opstuwing van de Smommersloot in het Hageven te rpelt
56	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	Riooloverstortbuffering wachtbekken op waterloop nr. 5.13 , Dorpsbeek 3e categorie te Kalmthout (stroombekken Kleine Aa)
57	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	Ruilverkaveling Merksplas: Retentiebekkens op de samenvloeiing waterloop nr. 4 Mark met nr. 4.22 Goorloop, en op de samenvloeiing waterloop nr. 4 Mark met nr. 4.25 Venneloop (stroombekken Mark)
58	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	Ruilverkaveling Zondereigen (Baarle-Hertog): retentiebekkens op de samenvloeiing van waterlopen 4.15.1, -22 en -23 met 4.15.2 en 4.15
60	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Optimaliseren hoogte overloopkades van de drie bestaande bergboezems langs de Mark, incl. aanpassingen van de lozingskunstwerken
61	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Realiseren van een vierde bergboezem in het gebied van de Haagse Beemden
70	Waterschap Land van Nassau	nee	Retentie bij riooloverstorten
71	Waterschap Land van Nassau	nee	Retentiebekkens

Vergroten van de waterretentie in het oppervlaktewaterstelsel (beekverbreding, verlagen van kades, uiterwaardprofiel)

De concrete projecten zijn ondergebracht in tabel 16; de overige in tabel 17. De **effectiviteit** van dit type maatregel hangt af van de omvang van de toegestane

peilvariatie en variatie in de breedte van de waterloop. De bergingscapaciteit alsmede de retentie van de afvoer worden vergroot door het reserveren van een inundatiezone langs de waterloop waarvoor soms kades verlaagd moeten worden, door afvlakken van het profiel van de waterloop en door beekverbreding. Afhankelijk van de ruimtelijke dimensie van deze maatregelen kunnen deze zeer effectief bijdragen aan vermindering van de hoogwaterproblematiek.

De maatregel moet **innovatief** worden beschouwd omdat er sprake is van een doorbreking van de conventie van versnelde afstroming via het regionaal watersysteem. Tevens is de meekoppeling met natuurontwikkeling, met name natte ecologische verbindingen, innovatief. De bijdrage die deze maatregel kan leveren aan vermindering van de diffuse belasting van het oppervlaktewater met meststoffen uit aangrenzende landbouwgronden is ook vernieuwend.

Dit type maatregel vereist een gebiedsgericht uitvoering, waarvoor goede **samenwerking** nodig is tussen enerzijds beleidsinstanties die verantwoordelijk zijn voor het ruimtelijk beleid en het waterbeleid, en anderzijds maatschappelijke actoren. Voortgeborduurd kan worden op reeds bestaande samenwerkingsvormen, zoals in het kader van de NUBL en in het kader van de EU.

Deze maatregel is vooral effectief (voor hoogwaterberging, natuurontwikkeling en milieukwaliteitsverbetering) wanneer deze wordt toegepast langs een zo groot mogelijk traject van de waterloop. Het is bij grensoverschrijdende waterlopen dus van groot belang dat een **transnationale** samenwerking plaats vindt. Daarbij kan worden gebruik gemaakt van ervaringen en contacten zoals in het kader van het EU-project LIFE-Dommel zijn opgedaan.

Tabel 16 Concrete projecten, gericht op vergroting van de waterretentie in het oppervlaktewaterstelsel, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidia- bele kosten (f x1000)	Herstelde meanders (km)	Relatieve kosten (f x1000/km)	Nieuwe Retentie- capaciteit (x1000 m ³)	Relatieve kosten (f/m ³)	Nieuw bergings- gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)
23	Waterschap de Dommel	Moerasbos Hapert	1800	0,80	2250,00	30,00	60,00	8,00	225,00
24	Waterschap de Dommel	Herinrichting Smalwater	4475	3,90	1147,44	50,00	89,50		
28	Waterschap de Dommel	EHS Middelbeers, inclusief conservering omleidingskanaal Groote Boerze	4470	7,00	638,57	37,00	120,81	9,50	470,53
31	Gemeente Tilburg	Herstel natuurlijke beeksystemen, o.a. De Blaak-West	850	1,50	566,67	15,00	56,67		
32	Gemeente Tilburg	Herstel natuurlijk beeksysteem deDonge	17430	4,00	4357,50	30,00	581,00		

Tabel 17 Overige projecten, gericht op vergroting van de waterretentie in het oppervlaktewaterstelsel

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
47	Waterschap de Aa	ja	Herinrichting Aa-dal nabij Berlicum
52	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	Hermeandering van de Dommel te Peer
66	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Aanleggen nevengeulen / verdiepen van winterbed in combinatie met aanleg van helofytenfilters t.b.v. nutriëntverwijdering i.v.m. waterkwaliteit Mark-Vliet boezem en Volkerak-Zoommeer
79	Waterschap Land van Nassau	nee	Berging gemaal Emilia
82	Waterschap Mark en Weerijds	nee	Overstromingsvlakten, retenties, knijpconstructies, hermeandering

Verhogen van de stremming van de afvoer (knijpconstructies, aangepast onderhoud)

De concrete projecten zijn ondergebracht in tabel 18; de overige in tabel 19. Door de aanleg van stuwen, het ondieper maken van de waterloop, hermeandering en door extensivering van het onderhoud in de waterloop wordt de afvoer vertraagd. Afhankelijk van de lengte waarover de stremming wordt opgevoerd is dit type maatregel **effectief** in de vermindering van hoogwaterproblemen. Deze maatregelen zijn inpasbaar in het ruimtelijk en natuurbesluit en zijn soms **innovatief**, zeker waar het gaat om nieuwe technische uitwerkingen en toepassingen van knijpconstructies. Ook innovatief is de inzet van hermeandering en extensivering van het onderhoud, die vaak wordt toegepast voor natuurontwikkeling, ten behoeve van de beperking van de hoogwaterproblematiek. Voor de criteria **samenwerking** en **internationaliteit** gelden dezelfde resultaten als voor de hierboven beschreven maatregelen voor vergroting van de waterretentie in het oppervlaktewaterstelsel.

Tabel 18 Concrete projecten, gericht op het verhogen van de stremming van de afvoer, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidie- bele- kosten (f x1000)	Hersteld bergings- gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Herbe- bost gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Herstelde meanders (km)	Relatieve kosten (f x1000/km)	Nieuwe retentie- capaciteit (x1000 m ³)	Relatieve kosten (f/m ³)
23	Ws de Dommel	Moerasbos Hapert	1800					0,80	2250,00	30,00	60,00
25	Ws de Dommel	Ruilverkaveling Viermannekes- Brug	2070	50,00	41,40	25,00	82,80	6,50	318,46	185,00	11,19
26	Ws de Dommel	Ruilverkaveling de Hilver	15000	130,00	115,38	90,00	166,67	15,60	961,54	226,00	66,37
28	Ws de Dommel	EHS Middelboers, inclusief conservering omleidings- kanaal Groote Beerze	4470					7,00	638,57	37,00	120,81
30	Ws de AA	Starkriet als Inundatiegebied voor de Aa	2460	50,00	49,20	12,00	205,00			250,00	9,84

Tabel 19 Overige projecten, gericht op het verhogen van de stremming van de afvoer

No	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
42	Waterschap de Dommel	ja	Waterconservering Reusel-de Mierden
52	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	Hermeandering van de Dommel te Peer
69	Waterschap Land van Nassau	nee	Knijpconstructies, retentie in bestaand stedelijk water
82	Waterschap Mark en Weerij	nee	Overstromingsvlakten, retenties, knijpconstructies, hermeandering

Vergroten van waterretentie en berging in de bodem (diep ontwateren, verondiepen en dempen van sloten)

De concrete projecten zijn ondergebracht in tabel 20; de overige in tabel 21. Maatregelen om de bergingscapaciteit van de bodem beter te benutten en te vergroten zijn zeer **effectief**, zeker wanneer deze worden uitgevoerd in combinatie met maatregelen gericht op stremming van de afvoer. Als door afvoerstroming de ontwateringsdiepte in de bodem verder afneemt wordt de berging in de bodem beter benut. Ook kan de bergingscapaciteit van de bodem vergroot worden, bijvoorbeeld door diepere ontwatering en een hogere toegestane peilfluctuatie.

Een samenhangend flexibel peilbeheer van het grond- en oppervlaktewater gericht op een afvlakking van hoogwaterpieken is **innovatief** in het waterbeheer. Een goede **samenwerking** tussen waterschap en maatschappelijke actoren als de landbouw en

natuurbeheerders is noodzakelijk, omdat de maatregel zal leiden tot periodiek nattere situaties op het land. Dit type maatregel is vooral effectief in bovenstrooms gelegen delen, waar de sponswerking het grootst is. **Internationale** samenwerking is nodig om in de grensoverschrijdende beken deze maatregel effectief te kunnen uitvoeren.

Tabel 20 Concrete projecten, gericht op het vergroten van waterretentie en berging in de bodem, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidiabele kosten (f x1000)	Hersteld bergingsgebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Herbost gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Nieuwe retentiecapaciteit (x1000 m ³)	Relatieve kosten (f/m ³)
22	Waterschap de Dongestroom	Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'	1450					1,05	1380,95
24	Waterschap de Dommel	Herinrichting Smalwater	4475	35,00	127,86	1,70	2632,35	50,00	89,50
25	Waterschap de Dommel	Ruilverkaveling Viermannekesbrug	2070	50,00	41,40	25,00	82,80	185,00	11,19
26	Waterschap de Dommel	Ruilverkaveling de Hilver	15000	130,00	115,38	90,00	166,67	226,00	66,37
28	Waterschap de Dommel	EHS Middelbeers, inclusief conservering omleidingskanaal Grootte Beerze	4470					37,00	120,81

Tabel 21 Overige projecten, gericht op het vergroten van waterretentie en berging in de bodem

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
41	Waterschap de Dommel	ja	Leidraad afvoer stedelijk water
42	Waterschap de Dommel	ja	Waterconservering Reusel-de Mierden
72	Waterschap Land van Nassau	nee	Vermindering ontwatering perceelsniveau
73	Waterschap Land van Nassau	nee	Infiltratie bij Oosterhout
81	Waterschap Mark en Weerij	nee	Waterverdeelplan Turfvaart/Weerij

7.2.3 Onderzoeksprojecten

In het totale pakket van 83 projecten kunnen vijf concrete projecten worden ondergebracht bij IRMA-thema 3: *Verbetering van kennis en samenwerking*. De concrete projecten zijn ondergebracht in tabel 22; de overige in tabel 23. De provincie Noord-Brabant, maar ook gemeenten, waterschappen en hoogheemraadschappen zijn zich bewust van het belang van verder onderzoek naar mogelijkheden om hoogwaterproblemen, in onderlinge coördinatie, aan te pakken. De provincie initieert, conform haar taken en bevoegdheden, onderzoeksactiviteiten die een faciliterend karakter hebben, zoals het Hoogwater Informatie systeem (HIS) en een generieke studie naar mogelijkheden tot het ontwikkelen van retentiebekkens. Andere actoren opereren op lokaal niveau (Waterplan Tilburg, Aa, Mark-Vliet boezem, de Dommel).

Tabel 22 Concrete onderzoeksprojecten, inclusief subsidiabele kosten

No	Aanvrager	Project	Subsidiabele kosten (f x1000)
33	Gemeente Tilburg	Waterplan Tilburg	400
34	Provincie Noord-Brabant	Hoogwater Informatie Systeem Noord-Brabant	296
35	Provincie Noord-Brabant	Ontwikkeling van retentiebekkens (en bergboezems) langs de regionale wateren in de Provincie Noord-Brabant ter bestrijding van hoogwater	300
36	Provincie Noord-Brabant	Water als ordenend principe	450
37	Provincie Noord-Brabant	Onderzoek naar de oorzaken van regionale hoogwaters en effectiviteit van maatregelen: ontwikkeling hoogwaterbeleid; opstellen geïntegreerd actieplan	300

Tabel 23 Overige onderzoeksprojecten

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	Project
46	Waterschap de Aa	ja	Strategische gebiedsstudie stroomgebied de Aa
51	Provincie Noord-Brabant ²	ja	Actualisatie van grondwatertrappen, uitbreiding Geografisch Informatie Systeem
55	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	Heropmeting en hydrologische modellering van de Dommel
67	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	Early Warning System hoogwater Mark-Vliet boezem
77	Waterschap Land van Nassau	nee	Haalbaarheid / onderzoek / voorbereiding en realisatie inundatiegebied
78	Waterschap Land van Nassau	nee	Grondwater meetnet

² Dit project is recentelijk in uitvoering genomen.

8 Mogelijke bijdragen aan hoogwaterreductie

In hoofdstuk 7 is een groot aantal projecten op verschillende criteria getoetst. In dit hoofdstuk zal de bijdrage van deze projecten aan de reductie van hoogwater zo goed mogelijk worden gekwantificeerd. In de volgende analyse wordt de bergingscapaciteit, die door middel van de voorgestelde projecten in het projectgebied kan worden gerealiseerd, gerelateerd aan de hoeveelheid water die ten tijde van extreem hoogwater in het projectgebied moet worden afgevoerd. Deze hoeveelheid af te voeren water moet zo goed mogelijk worden geschat. Uitgangspunt bij deze schatting is de neerslaghoeveelheid die, statistisch gezien, eens per 10 en per 100 jaar zal vallen. We spreken in dit verband van herhalingstijden T van 10 en 100 jaar. De met deze herhalingstijden geassocieerde neerslaghoeveelheden zijn, voor een regenduur van één tot vier etmalen, weergegeven in tabel 24. Hierna wordt, per type project, de bijdrage aan de hoogwaterreductie geschat.

Tabel 24 Neerslaghoeveelheden uit partiele duurreeks (1906-1977) voor het gehele jaar in de Bilt, voor een regenduur van 1, 2, 3 en 4 dagen, voor herhalingstijden van 10 en 100 jaar (bron: Buishand en Velds, 1980)

Regenduur (d)	Neerslaghoeveelheid bij herhalingstijd T (mm)	
	$T=10$ jaar	$T=100$ jaar
1	51	71
2	62	84
3	70	95
4	79	107

De groene ruimte

De volgende begrippen zijn bij de analyse in de groene ruimte van belang:

- De *maatgevende afvoer* of *ontwerpafvoer* is de afvoer waarop een (gedeelte van) een waterbeheersingssysteem in een stroomgebied wordt ontworpen. De maatgevende afvoer, die o.a. afhankelijk is van de grondwatertrap en overige kenmerken van een gebied, heeft een herhalingstijd T van 1 jaar, en bedraagt voor hellend landelijk gebied met een normale spreiding in grondwatertrappen gemiddeld 7,5 mm/d. De afvoer met een herhalingstijd van 10 jaar is ongeveer 1,5 maal zo groot (11 mm/d) en die met een herhalingstijd van 100 jaar twee maal (15 mm/d).
- De maatgevende regenduur is de duur van de neerslagperiode waarop, bij gegeven bergingscapaciteit, de afvoercapaciteit van een stroomgebied wordt gebaseerd, en wel zó, dat wateroverlast in het gebied nog juist wordt voorkomen. De maatgevende regenduur bedraagt zowel voor $T=10$ jaar als voor $T=100$ jaar twee dagen. De gesommeerde afvoer uit het stroomgebied bedraagt gedurende deze twee dagen 22, resp. 30 mm. Deze afvoeren worden ruimschoots door neerslaghoeveelheden met herhalingstijden van 10 en 100 jaar overschreden (zie tabel 24), maar van waterlast is gedurende de maatgevende regenduur van twee dagen nog geen sprake.

De bijdrage van de 37 projecten aan de hoogwaterreductie wordt in deze analyse afgemeten aan de door deze projecten gecreëerde bergingscapaciteit. Hierbij wordt aangenomen dat deze capaciteit volledig beschikbaar is: het erin opgeslagen water hoeft dus niet te worden afgevoerd. De hierdoor gerealiseerde reductie van de afvoer moet daarom worden beschouwd als de maximaal haalbare bijdrage aan de hoogwaterreductie.

De nieuwe bergingscapaciteit wordt vergeleken met de uit het stroomgebied af te voeren waterhoeveelheid (voor $T=10$ en 100 jaar), beide uitgedrukt in m^3 . De af te voeren waterhoeveelheid wordt berekend door bovenstaande afvoeren, uitgedrukt in mm waterschijf (i.c. 22 en 30 mm), te vermenigvuldigen met de oppervlakte van het stroomgebied.

Voorbeeld 1
Het oppervlakte van het stroomgebied van De Aa bedraagt 83800 ha. Het debiet dat gedurende twee dagen debiet per 100 jaar in afstroming komt is 83800 maal 10000 maal 0,03 m = ruim 25 miljoen m^3 . Door aanleg van het stroomgebied Stokroos wordt 250000 m^3 berging gecreëerd. De hoogwaterreductie bedraagt dus 1%.

In tabel 2 en tabel 13 is voor de meeste projecten de nieuwe (of herstelde) retentiecapaciteit vermeld. Voor elk project is hieruit de bijdrage aan de reductie van het hoogwaterdebiet te bepalen.

Stedelijke gebieden

Bij projecten waarbij het stedelijk gebied wordt afgekoppeld is de bovenstaande benadering niet toe te passen. Voor stedelijk gebied wordt een maatgevende afvoer ($T=1$ jaar) van 20 mm/d aangehouden (pers. meded. A. Lambrechts, Tauw Civiel en Bouw; 1998). De bijdrage aan de hoogwaterreductie wordt geschat door aan te nemen dat de maatgevende afvoer door afkoppeling wordt gereduceerd van 20 mm/d tot 7,5 mm/d, zijnde de maatgevende afvoer voor het landelijk gebied. In twee dagen wordt daarom een reductie van 25 mm per ha gerealiseerd. Voor herhalingstijden van 10 en 100 jaar bedraagt de reductie 37,5 respectievelijk 50 mm (in de veronderstelling dat ook voor verhard oppervlak geldt dat de debieten voor $T=10$ en 100 jaar $1\frac{1}{2}$, respectievelijk twee maal zo groot zijn als die met een herhalingstijd T van één jaar). Vermenigvuldiging met het oppervlakte stedelijk gebied geeft de bijdrage aan de reductie in het hoogwaterdebiet.

Voorbeeld 2
Bij een herstelgebiedsmaat met een herhalingstijd van 100 jaar resulteert afkoppelen van 60 ha in de gemeente Eindhoven (stedelijk gebied 9000 ha) in een afvoerreductie van 60 maal 10000 maal 0,05 = 30000 m^3 .

Schatting en analyse van de reductie

Volgens de bovenstaande procedure kan de totale bijdrage van alle geïnventariseerde maatregelen aan de reductie van hoogwater worden berekend op basis van de toegenomen bergingscapaciteit (zie tabel 25). Hierbij is de totale oppervlakte van het IRMA-plangebied 377200 ha en de bijbehorende debieten gedurende twee dagen voor $T=10$ en 100 jaar respectievelijk 83 miljoen m^3 en 113 miljoen m^3 . In het IRMA-projectgebied bestaat 15% uit stedelijk gebied. Dit betekent dat het debiet in stedelijke gebieden 13

(T=10 jaar) respectievelijk 17 miljoen m³ (T=100 jaar) bedraagt, en die in de groene ruimte 70, respectievelijk 96 miljoen m³.

Tabel 25 Bijdrage van de projecten in het IRMA-Projectgebied oostelijk Noord-Brabant aan de reductie van hoogwater

Type maatregel	Reductie hoogwaterafvoer (m3)	Procentuele reductie T=10 jaar	Procentuele reductie T=100 jaar
Afkoppelen van 928 ha	348.000 (T=10 jaar)	2,7	- -
	464.000 (T=100 jaar)	- -	2,7
Retentiecapaciteit in de stad	113 400	0,9	0,7
Retentiecapaciteit in de groene ruimte	9 474 000	13,5	9,9
Totaal	9 935 400 (T=10 jaar) 10 051 400 (T=100 jaar)	14,2	10,5

De retentiecapaciteit, die door middel van de 37 concrete projecten kan worden gecreëerd bedraagt ca. 10 miljoen m³. Van dit volume wordt voor het grootste deel gerealiseerd in de groene ruimte.

De reductie die door retentiecapaciteit in steden wordt gerealiseerd is, uitgedrukt als percentage van het totale projectgebied, vooralsnog betrekkelijk klein. Er zijn nog maar weinig projecten als concreet geïnventariseerd. Ongeveer 15% van de provincie Noord-Brabant is stedelijk gebied. Er liggen potentieel nog veel mogelijkheden voor afkoppeling van verharde oppervlakten. De maatregelen in steden zullen op lokaal niveau wel degelijk effect sorteren. Veel van dit soort maatregelen moeten worden bezien in het licht van bijvoorbeeld de beperkte bergingscapaciteit van rioleringsystemen. Het is wellicht minder relevant om de effecten van maatregelen in steden af te meten op projectniveau in geheel oostelijk Noord-Brabant.

Literatuur

Arcadis Heidemij Advies, 1998. Maatregelen hoogwater stedelijk gebied Breda. Waterschap Mark en Weerij/Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant.

Buishand, T.A. en C.A. Velds, 1980. Neerslag en verdamping. KNMI, de Bilt.

Dooge, J.C.I., 1973. Linear theory of hydrologic systems. Techn. Bull. No. 1468, Agricultural Research Service, USDA, Washington, D.C., U.S.A.

Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant, 1997. Ontwerp waterhuishoudingsplan 2. Samen werken aan water. 's-Hertogenbosch.

Heidemij Advies, 1995. Hoogwater rond 's-Hertogenbosch. Fase 1 Inventarisatie en oplossingsrichtingen. Arnhem.

IPCC, 1995. Second Assessment Report of Working Group I. Cambridge University Press. Cambridge.

Jager, A.W. de, 1965. Hoge afvoeren van enige Nederlandse stroomgebieden. Versl. Landbouwk. Onderz. No. 658, Pudoc, Wageningen

Können, G.P. en W. Fransen (ed.), 1996. De toestand van het klimaat in Nederland. KNMI, De Bilt.

Kwakernaak, C., P.J.T. van Bakel, B.W. Parment, L.D. Boel, E. Dammers, J.W.J. van der Gaast, R. van der Veen en F. de Vries, 1996. Waterberging Binnendijks. Een verkenning van de effectiviteit en haalbaarheid van ruimtelijke maatregelen gericht op vermindering van de hoogwaterproblematiek. Rapport 491. SC-DLO, Wageningen.

Lobbrecht, A.H., 1997. Dynamic water-system control. Design and operation of regional water-resources systems. Proefschrift, TU Delft.

Ministerie van VROM en Ministerie van V&W, 1996. Beleidslijn 'Ruimte voor de rivier'. Den Haag.

Stuurgroep NUBL, 1996. Plan van Aanpak Nadere Uitwerking Brabant Limburg. Eindhoven.

Rheenen, J. van, 1998. Theme 1 projects, a national overview.

Ven, F.H.M. van de en G.A. Ven, 1982. A comparison between the runoff from a rural and an urban basin in Flevoland. In: Polders in the world: 675-685.

Aanhangsel A Effecten van maatregelen

Categorie		I. Inrichtingsmaatregelen stedelijk gebied		
No.		1	2	3
	Maatregel →	vergroten infiltratie en waterretentie in de bodem	vergroten waterretentie in rioleringsstelsel	vergroten waterretentie in oppervlaktewaterstelsel
	Voorbeeld →	Afkoppelen	Bergbezinkbassins	Aanleg open waterpartijen
Criteria ↓				
Effectiviteit bestrijding hoogwater		groot, kans op negatieve uitwerking	Gering	Groot
Innovativiteit			Groot, in combinatie met andere functies in de stad	Groot: bouwsteen in stedelijke inrichting; wonen aan het water
Veiligheid				
Samenwerking			Bij meervoudig gebruik	Vereist tussen gemeente, waterschap en projectontwikkelaars
Internationaliteit			Bij meervoudig gebruik	Ja
Technische haalbaarheid		Techniek nog niet uitontwikkeld	Standaard technieken	Simpele techniek
Planologische/bestuurlijke haalbaarheid		Hoog, vooral bij nieuwbouw	Groot (ondergronds), inpassen in bestemmingsplan	Groot
Maatschappelijk draagvlak		Groot	Groot	Groot (wonen aan water)

No.		4	5	6
	Maatregel →	Verminderen lozing en oppervlaktewater	Voorkomen van inundaties	Verminderen strooming van de afvoer
	Voorbeeld →	Hergebruik effluentwater	Verheffen van kades	Geleidsingswerken bij bruggen
Criteria ↓				
Effectiviteit bestrijding hoogwater		Gering	Groot, maar lokaal, en kans op export problemen	Groot, maar lokaal, en kans op export problemen
Innovativiteit		Groot, door koppeling met aanpak verdroging en biologische zuivering	Gering	Gering
Veiligheid				
Samenwerking		Nodig bij meerdere doelstellingen	Noodzakelijk	Noodzakelijk
Internationaliteit		Relevant bij koppeling met aanpak verdroging en biologische zuivering	Gering	Gering
Technische haalbaarheid		Moeizaam in ontvangend gebied	Er moet ruimte zijn	Hoog
Planologische/bestuurlijke haalbaarheid		Groot	Wisselend	Groot
Maatschappelijk draagvlak		Gering	Groot	N.v.t.

Categorie		II. Inrichtingsmaatregelen groene ruimte (I)		
No.		7	8	9
	Maatregel →	Vergroten van berging op, en infiltratie in de bodem	Vergroten van retentie in de bodem	Vergroten van waterretentie in het oppervlaktewaterstelsel
	Voorbeeld →	Grondbevochtiging	diep ontwateren	Beekrenormalisatie
Criteria ↓				
Effectiviteit bestrijding hoogwater		Groot	Groot, maar kans op negatieve gevolgen	Afhankelijk van de ruimtelijke dimensie van maatregelen

Innovativiteit	Gering	Ja: als onderdeel van flexibel peilbeheer	Hoog
Veiligheid			
Samenwerking	Gering	Ja; tussen waterschap, landbouw en natuurbeheerders	Ja
Internationaliteit	Gering	Ja, bij grensoverschrijdende afwateringsgebieden	Ja, vooral bij grensoverschrijdende waterlopen
Technische haalbaarheid	Gering	Hoog	Hoog
Planologische/bestuurlijke haalbaarheid	Nvt	Hoog	Hoog
Maatschappelijk draagvlak	Gering	Gering bij agariers	Hoog

Maatregel 2	Vergrotten van berging op infiltratie in de bodem	Vergrotten van retentie in de bodem	Vergrotten van waterretentie op oppervlaktewaterpeil
Voorbeeld 2	Aanleg van gruisstroken	Versanden of dammen van sloten	Verlagen van kribis
Criterium			
Effectiviteit bestrijding hoogwater	Groot	Groot, maar kans op negatieve gevolgen	Afhankelijk van de ruimtelijke dimensie van maatregelen
Innovativiteit	Gering	Ja: als onderdeel van flexibel peilbeheer	Hoog
Veiligheid			
Samenwerking	Gering	Ja; tussen waterschap, landbouw en natuurbeheerders	Ja
Internationaliteit	Gering	Ja, bij grensoverschrijdende afwateringsgebieden	Ja, vooral bij grensoverschrijdende waterlopen
Technische haalbaarheid	Groot	Groot	Groot
Planologische/bestuurlijke haalbaarheid	Afhankelijk grondverwerving	Groot	Groot
Maatschappelijk draagvlak	Groot	Gering bij agariers	Gering

Maatregel 3	Vergrotten van retentie in de bodem	Vergrotten van waterretentie in het oppervlaktewaterpeil
Voorbeeld 3	Stremming van de afvoer	Dammen van afwateringen
Criterium		
Effectiviteit bestrijding hoogwater	groot, maar kans op negatieve gevolgen	Afhankelijk van de ruimtelijke dimensie van maatregelen
Innovativiteit	Ja: als onderdeel van flexibel peilbeheer	Hoog
Veiligheid		
Samenwerking	Ja; tussen waterschap, landbouw en natuurbeheerders	Ja
Internationaliteit	Ja, bij grensoverschrijdende afwateringsgebieden	Ja, vooral bij grensoverschrijdende waterlopen
Technische haalbaarheid	Groot	Groot
Planologische/bestuurlijke haalbaarheid	Groot	Gering (grondaankopen)
Maatschappelijk draagvlak	Groot	Gering

Categorie	II: Inrichtingsmaatregelen groene ruimte (3)	II: Inrichtingsmaatregelen groene ruimte (3)	III: Beheersmaatregelen (1)
No.	10	11	12
Maatregel →	Verhogen strooming van de afvoer	Verhoging retentie aan het maatsveld	Sturing (lokaal en/of centraal)
Voorbeeld →	Aanleg van omloopstruiken	Aanleg rotansibeldien	Gemaalstop
Criteri 1			
Effectiviteit bestrijding hoogwater	Matig tot groot	Groot, mits gecontroleerd	Groot
Innovativiteit	Ja	Ja, wegens meekoppelingen	gering
Veiligheid			
Samenwerking	Ja; uitwisseling van ervaringen	Ja, regionaal, provincie en rijk	ja
Internationaliteit	Vooraf bij grensoverschrijdende waterlopen	Groot	Bij grensoverschrijdende afwateringsgebieden
Technische haalbaarheid	Matig	Groot	Groot
Planologische/bestuurlijke haalbaarheid	Groot	Gering	n.v.t.
Maatschappelijk draagvlak	Gering	Gering	Gering

Categorie	II: Inrichtingsmaatregelen groene ruimte (3)	II: Inrichtingsmaatregelen groene ruimte (3)	III: Beheersmaatregelen (1)
Maatregel →	Verhogen strooming van de afvoer	Verhoging retentie aan het maatsveld	Sturing (locaal en/of centraal)
Voorbeeld →	Aangepast ondergrond	aangepast inundatiegebied	Computerondersteund operationeel waterbeheer
Criteri 1			
Effectiviteit bestrijding hoogwater	Matig tot groot	Groot, mits gecontroleerd	Groot
Innovativiteit	Ja	Ja, wegens meekoppelingen	ja
Veiligheid			
Samenwerking	Ja; uitwisseling van ervaringen	Ja, regionaal, provincie en rijk	Ja; uitwisseling van ervaringen
Internationaliteit	Vooraf bij grensoverschrijdende waterlopen	Groot	Vooraf bij grensoverschrijdende waterlopen
Technische haalbaarheid	Groot	Groot	Groot
Planologische/bestuurlijke haalbaarheid	n.v.t.	Gering	n.v.t.
Maatschappelijk draagvlak	Groot	Gering	n.v.t.

Categorie	III: beheersmaatregelen 1/3	Categorie	III: beheersmaatregelen
No.	13		
Maatregel →	Verhogen/verlagen van de strooming van de afvoer	maatregel →	Verhogen/verlagen van de strooming van de afvoer
Voorbeeld →	Aangepast ondergrond	Voorbeeld →	Dagstroom
Criteri 1		Criteri 1	
Effectiviteit bestrijding hoogwater	Matig	Effectiviteit bestrijding hoogwater	Matig
Innovativiteit	Ja	Innovativiteit	Gering
Veiligheid		Veiligheid	
Samenwerking	Ja, uitwisseling van ervaringen	Samenwerking	Gering
Internationaliteit	Vooraf bij grensoverschrijdende waterlopen	Internationaliteit	Vooraf bij grensoverschrijdende waterlopen
Technische haalbaarheid	Groot	Technische haalbaarheid	Groot
Planologische/bestuurlijke haalbaarheid	n.v.t.	Planologische/bestuurlijke haalbaarheid	Moeizaam
Maatschappelijk draagvlak	Groot	Maatschappelijk draagvlak	Groot

Aanhangsel B Overzicht van de IRMA-projecten in de provincies Noord-Brabant, Antwerpen en Limburg (België)

B.1 Alle projecten in de groene ruimte en in stedelijke gebieden

No.	Aanvrager	Gebied IRMA	hard	Project
1	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Aanleg retentie industrieterrein Haansberg
2	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Aanleg retentie woonwijk Landgoed Driessen in de gemeente Waalwijk
3	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Aanleg retentievijver industrieterrein Everdenberg
4	Waterschap de Aa	ja	ja	Infiltratie /hergebruik hemelwater Doonheide te Gemert
5	Waterschap de Aa	ja	ja	Waterretentiebekken voor industrieterrein Moorveld te Liessel
6	Waterschap de Aa	ja	ja	hemelwaterretentie bedrijventerrein De Amert te Veghel
7	Waterschap de Aa	ja	ja	Waterretentiebekken Slievenvijver rioolwateroverstort Someren
8	Waterschap de Maaskant	ja	ja	Retentievoorziening Geersloot te Vlijmen
9	Waterschap de Maaskant	ja	ja	Aanpassen RWZI-Land van Cuijk
10	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Proefproject de Blauwe Transformatie
11	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Aanleg van bergbezinkbassins
12	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Ontkoppeling van verhard oppervlak in openbaar stedelijk gebied
13	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Ontkoppeling van verhard oppervlak van niet-openbaar terrein
14	Gemeente Eindhoven	ja	ja	Stimuleren van gebruik van hemelwater bij particulieren en bedrijven
15	Gemeente 's-Hertogenbosch	ja	ja	Integraal Waterbeheer woonwijk De Vliert
16	Gemeente Tilburg	ja	ja	Aanleg bergbezinkbassins (bbb) en andere randvoorzieningen
17	Gemeente Tilburg	ja	ja	Afkoppelen nieuw stedelijk gebied
18	Gemeente Tilburg	ja	ja	Afkoppelen bestaand stedelijk gebied
19	Gemeente Tilburg	ja	ja	Aanleg retentievijvers Katsbogte Zuid en Vossenbergh West (industrieterreinen)
20	Gemeente Tilburg	ja	ja	Vergroten effectieve bergingscapaciteit rioolstelsel
21	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Vloelvelden Loon op Zand
22	Waterschap de Dongestroom	ja	ja	Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'
23	Waterschap de Dommel	ja	ja	Moerasbos Hapert
24	Waterschap de Dommel	ja	ja	Herinrichting Smalwater
25	Waterschap de Dommel	ja	ja	Ruilverkaveling Viermannekesbrug
26	Waterschap de Dommel	ja	ja	Ruilverkaveling de Hilver
27	Waterschap de Dommel	ja	ja	HOWABO: Retentiegebied Bossche Broek en voorspellings/beslismodel
28	Waterschap de Dommel	ja	ja	EHS Middelbeers, inclusief conservering omleidingskanaal Grootte Beerze
29	Waterschap de Dommel	ja	ja	Aanleg retentievaktes t.b.v. effluent rioolwaterzuivering Tilburg-noord in Noorderbos
30	Waterschap de Aa	ja	ja	Starkriet als inundatiegebied voor de Aa
31	Gemeente Tilburg	ja	ja	Herstel natuurlijke beeksystemen, o.a. De Blaak-West
32	Gemeente Tilburg	ja	ja	Herstel natuurlijk beekstelsel de Donge
33	Gemeente Tilburg	ja	ja	Waterplan Tilburg
34	Provincie Noord-Brabant	ja	ja	Hoogwater Informatie Systeem Noord-Brabant
35	Provincie Noord-Brabant	ja	ja	Ontwikkeling van retentiebekkens (en bergboezems) langs de regionale wateren in de Provincie Noord-Brabant ter bestrijding van hoogwater
36	Provincie Noord-Brabant	ja	ja	Water als ordenend principe
37	Provincie Noord-Brabant	ja	ja	Onderzoek naar de oorzaken van regionale hoogwaters en effectiviteit van maatregelen; ontwikkeling hoogwaterbeleid; opstellen geïntegreerd actieplan
38	Waterschap de Dongestroom	ja	nee	Aanleg retentie woonwijk Dalum en De Wijk in Tilburg
39	Waterschap de Dongestroom	ja	nee	Aanleg retentie woonwijk Leeuwerik in Tilburg
40	Waterschap de Dommel	ja	nee	Bufferzones in ecologische verbindingzone Ekkersrijt
41	Waterschap de Dommel	ja	nee	Leidraad afvoer stedelijk water
42	Waterschap de Dommel	ja	nee	Waterconservering Reusel-de Mierden
43	Waterschap de Dommel	ja	nee	Bufferzones in ecologische verbindingzone Raamsloop
44	Waterschap de Aa	ja	nee	Afkoppelen verhard oppervlak met infiltratie of hergebruik van hemelwater in nieuw te bebouwen gebieden

45	Waterschap de Aa	Ja	nee	Afkoppelen verhard oppervlak met infiltratie of hergebruik van hemelwater binnen bestaande bebouwing
46	Waterschap de Aa	ja	nee	Strategische gebiedsstudie stroomgebied de Aa
47	Waterschap de Aa	ja	nee	Herinrichting Aa-dal nabij Berlicum
48	Gemeente Eindhoven	ja	nee	Gebruik van B-qu in Meerhoven
49	Gemeente 's-Hertogenbosch	ja	nee	Vinex Locatie 'De Groote Wielen'
50	Gemeente 's-Hertogenbosch	ja	nee	Randvoorzieningen bij rioolwateroverstorten
51	Provincie Noord-Brabant	ja	nee	Actualisatie van grondwatertrappen, uitbreiding Geografisch Informatie Systeem
52	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	nee	Hermeandering van de Dommel te Peer
53	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	nee	Groene randvoorzieningen aan de Bemerstraat te Peer
54	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	nee	Opstuwing van de Smommersloot in het Hageven te rpelt
55	Provinciaal Bestuur van Limburg (B)	ja	nee	Heropmeting en hydrologische modellering van de Dommel
56	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	nee	Riooloverstortbuffering wachtbekken op waterloop nr. 5.13 , Dorpsbeek 3e categorie te Kalmthout (stroombekken Kleine Aa)
57	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	nee	Ruilverkaveling Merksplas: Retentiebekkens op de samenvloeiing waterloop nr. 4 Mark met nr. 4.22 Goorloop; en op de samenvloeiing waterloop nr. 4 Mark met nr. 4.25 Venneloop (stroombekken Mark)
58	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	nee	Ruilverkaveling Zondereigen (Baarle-Hertog): retentiebekkens op de samenvloeiing van waterlopen 4.15.1, -22 en -23 met 4.15.2 en 4.15
59	Provinciaal Bestuur van Antwerpen (B)	nee	nee	Ruilverkaveling Weelde: Retentiebekkens op de waterloop nr. M.10.1 (Ossenvenloop)
60	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Optimaliseren hoogte overloopkades van de drie bestaande bergboezems langs de Mark, incl. aanpassingen van de lozingskunstwerken
61	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Realiseren van een vierde bergboezem in het gebied van de Haagse Beemden
62	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Verplaatsen jachthaven uit de doorgaande watergang (Mark) in Breda en verdiepen van de Mark (de 'singels') in Breda
63	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Verruimen lozingsmogelijkheden Oosterhout
64	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Doorstroommogelijkheden Mark in Breda: herstel open haven en aanpassing bruggen
65	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Aanleggen kades in het kader van hoogwater Breda / op hoogte brengen van boezemkades Mark-Vlietstelsel
66	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Aanleggen nevengeulen / verdiepen van winterbed in combinatie met aanleg van helofytenfilters t.b.v. nutriëntverwijdering i.v.m. waterkwaliteit Mark-Vliet boezem en Volkerrak-Zoommeer
67	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Early Warning System hoogwater Mark-Vliet boezem
68	Hoogheemraadschap van Westelijk Noord-Brabant	nee	nee	Afkoppelen van verhard oppervlak, infiltratie van regenwater in de bodem
69	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Knijpconstructies, retentie in bestaand stedelijk water
70	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Retentie bij riooloverstorten
71	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Retentiebekkens
72	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Vermindering ontwatering perceelsniveau
73	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Infiltratie bij Oosterhout
74	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Afkoppelen infiltratie regenwater
75	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Vasthouden regenwater nieuwe bebouwde gebieden
76	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Verhogen kaden Gat van den Ham
77	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Haalbaarheid / onderzoek / voorbereiding en realisatie inundatiegebied
78	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Grondwater meetnet
79	Waterschap Land van Nassau	nee	nee	Berging gemaal Emilia
80	Waterschap Mark en Weerij	nee	nee	Hergebruik effluent RWZI
81	Waterschap Mark en Weerij	nee	nee	Waterverdeelpplan Turfvaart/Weerij
82	Waterschap Mark en Weerij	nee	nee	Overstromingsvlakten, retenties, knijpconstructies, hermeandering
83	Waterschap Mark en Weerij	nee	nee	Maatregelen Hoogwater Breda

B.2 Projecten in de groene ruimte, inclusief relatieve kosten

No	Project	Subsidia- bele kosten (f x1000)	Hersteld bergings- gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Herbebost gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Herstelde meanders (km)	Relatieve kosten (f x1000/km)	Nieuwe Retentie- capaciteit (x1000 m³)	Relatieve kosten (f/m³)
21	Vloelvelden Loon op Zand	1500							200,00	7,50
22	Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'	1450					1,90	763,16	1,05	1380,95
23	Moerasbos Hapert	1800			4,0	450,00	0,80	2250,00	30,00	60,00
24	Herinrichting Smalwater	4475	35,00	127,86	1,70	2632,35	3,90	1147,44	50,00	89,50
25	Ruilverkaveling Viermannekesbrug	2070	50,00	41,40	25,00	82,80	6,50	318,46	185,00	11,19
26	Ruilverkaveling de Hilver	15000	130,00	115,38	90,00	166,67	15,60	961,54	226,00	66,37
27	HOWABO: Retentiegebied Bossche Broek en voorspellings/beslismodel	3759	525,00	7,16					8400,00	0,45
28	EHS Middelbeers, inclusief conservering omleidingskanaal Groote Beerze	4470			40,0	111,75	7,00	638,57	37,00	120,81
29	Aanleg retentievakke t.b.v. effluent rioolwaterzuivering Tilburg-noord in Noorderbos	800							50,00	16,00
30	Starkriet als inundatiegebied voor de Aa	2460	50,00	49,20	12,00	205,00			250,00	9,84
31	Herstel natuurlijke beeksystemen, o.a. De Blaak-West	850					1,50	566,67	15,00	56,67
32	Herstel natuurlijk beekstelsysteem de Donge	17430					4,00	4357,50	30,00	581,00
		56064	790,00	35,14	172,70	186,52	41,20	1154,00	9474,05	5,92

No	Project	Subsidia- bele kosten (f x1000)	Nieuwe groen- zones (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Nieuw bergings- gebied (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Afgekop- peld (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)
21	Vloelvelden Loon op Zand	1500						
22	Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'	1450					86,00	16,86
23	Moerasbos Hapert	1800			8,00	225,00		
24	Herinrichting Smalwater	4475						
25	Ruilverkaveling Viermannekesbrug	2070						
26	Ruilverkaveling de Hilver	15000						
27	HOWABO: Retentiegebied Bossche Broek en voorspellings/beslismodel	3759						
28	EHS Middelbeers, inclusief conservering omleidingskanaal Groote Beerze	4470	90,00	49,67	9,50	470,53		
29	Aanleg retentievakke t.b.v. effluent rioolwaterzuivering Tilburg-noord in Noorderbos	800	100,00	8,00	14,50	55,17		
30	Starkriet als inundatiegebied voor de Aa	2460						
31	Herstel natuurlijke beeksystemen, o.a. De Blaak-West	850						
32	Herstel natuurlijk beekstelsysteem de Donge	17430						
		56064	190,00	27,74	32,00	220,94	86,00	16,86

B.3 Projecten in de groene ruimte

No	Project	Subsidiabele kosten (f x1000)	Hersteld bergings- gebied (ha)	Herbebost gebied (ha)	Herstelde meanders (km)	Nieuwe retentie- capaciteit (x1000 m ³)
21	Vloevelden Loon op Zand	1500				200,00
22	Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'	1450			1,90	1,05
23	Moerasbos Hapert	1800			0,80	30,00
24	Herinrichting Smalwater	4475	35,00	1,70	3,90	50,00
25	Ruilverkaveling Viermannekesbrug	2070	50,00	25,00	6,50	185,00
26	Ruilverkaveling de Hilver	15000	130,00	90,00	15,60	226,00
27	HOWABO: Retentiegebied Bossche Broek en voorspellings/beslismodel	3759	525,00			8400,00
28	EHS Middelbeers, inclusief conservering omleidingskanaal Groote Beerze	4470			7,00	37,00
29	Aanleg retentievlaakte t.b.v. effluent rioolwaterzuivering Tilburg-noord in Noorderbos	800				50,00
30	Starkriet als inundatiegebied voor de Aa	2460	50,00	12,00		250,00
31	Herstel natuurlijke beeksystemen, o.a. De Blaak-West	850			1,50	15,00
32	Herstel natuurlijk beekstelsysteem de Donge	17430			4,00	30,00
		56064	790,00	128,70	41,20	9474,05

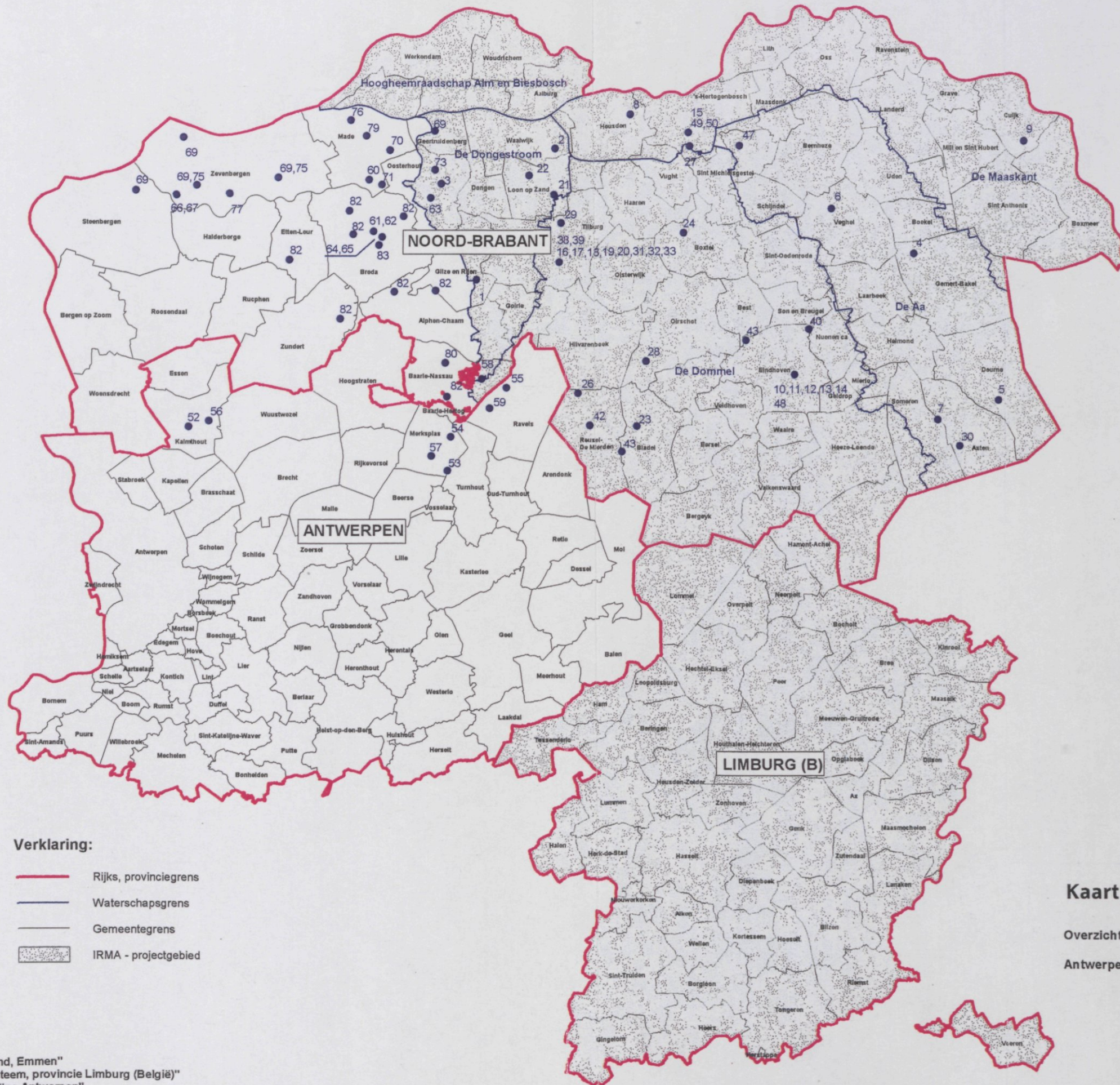
	Project	Subsidiabele kosten (f x1000)	Nieuwe groenzones (ha)	Nieuw bergings- gebied (ha)	Herbe- bossing (ha)	Afgekoppeld (ha)
21	Vloevelden Loon op Zand	1500				
22	Afkoppelen en infiltreren in 'de Efteling'	1450				86,00
23	Moerasbos Hapert	1800		8,00	4,00	
24	Herinrichting Smalwater	4475				
25	Ruilverkaveling Viermannekesbrug	2070				
26	Ruilverkaveling de Hilver	15000				
27	HOWABO: Retentiegebied Bossche Broek en voorspellings/beslismodel	3759				
28	EHS Middelbeers, inclusief conservering omleidingskanaal Groote Beerze	4470	90,00	9,50	40,00	
29	Aanleg retentievlaakte t.b.v. effluent rioolwaterzuivering Tilburg-noord in Noorderbos	800	100,00	14,50		
30	Starkriet als inundatiegebied voor de Aa	2460				
31	Herstel natuurlijke beeksystemen, o.a. De Blaak-West	850				
32	Herstel natuurlijk beekstelsysteem de Donge	17430				
		56064	190,00	32,00	44,00	86,00

B.4 Projecten in stedelijke gebieden, inclusief relatieve kosten

No	Project	Subsidia- bele kosten (f x1000)	Nieuwe retentie- capaciteit (x1000 m ³)	Relatieve kosten (f/m ³)	Nieuwe groene zones (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Afge- koppeld (ha)	Relatieve kosten (f x1000/ha)	Niet meer via riool (x1000 m ³ /jaar)	Relatieve kosten (f/m ³)
1	Aanleg retentie industrieterrein Haansberg	148							5,00	29,60
2	Aanleg retentie woonwijk Landgoed Driessen in de gemeente Waalwijk	425					43,00	9,88	275,00	1,55
3	Aanleg retentievijver industrieterrein Everdenberg	700	7,00	100,00			16,50	42,42		
4	Infiltratie /bergebruik hemelwater Doonheide te Gemert	1798	2,10	856,19	1,10	1634,55				
5	Waterretentiebekken voor industrieterrein Moortveld te Liesse	200	0,90	222,22						
6	hemelwaterretentie bedrijventerrein De Amert te Veghel	500	14,00	35,71						
7	Waterretentiebekken Slievenijver rioolwateroverstort Someren	335	3,60	93,06						
8	Retentievoorziening Geersloot te Vlijmen	500	3,00	166,67						
9	Aanpassen RWZI-Land van Cuijk	2900							4000,00	0,73
10	Proefproject de Blauwe Transformatie	750					10,00	75,00	5,00	150,00
11	Aanleg van bergbezinkbassins	47000	35,00	1342,86						
12	Ontkoppeling van verhard oppervlak in openbaar stedelijk gebied	4400					60,00	73,33	10,00	440,00
13	Ontkoppeling van verhard oppervlak van niet-openbaar terrein	4400					60,00	73,33	10,00	440,00
14	Stimuleren van gebruik van hemelwater bij particulieren en bedrijven	1000							3,00	333,33
15	Integraal Waterbeheer woonwijk De Vliert	3736					72,00	51,89	46,52	80,31
16	Aanleg bergbezinkbassins (bbb) en andere randvoorzieningen	10625	7,50	1416,67						
17	Afkoppelen nieuw stedelijk gebied	4207					520,00	8,09	3900,00	1,08
18	Afkoppelen bestaand stedelijk gebied	4038					67,00	60,27	635,00	6,36
19	Aanleg retentievijvers Katsbogte Zuid en Vossenber West (industrieterreinen)	1040	40,00	26,00			80,00	13,00	600,00	1,73
20	Vergroten effectieve bergingscapaciteit rioolstelsel	6800	0,30	22666,67					100,00	68,00
		95502	113,40	612,86	1,10	1634,55	928,50	25,52	9589,52	3,53

B.5 Projecten in stedelijke gebieden

No	Project	Subsidiebele kosten (f x1000)	Nieuwe retentie- capaciteit (x1000 m ³)	Nieuwe groene zones (ha)	Afgekoppeld (ha)	Niet meer via riool (x1000 m ³ /jaar)
1	Aanleg retentie industrieterrein Haansberg	148				5,00
2	Aanleg retentie woonwijk Landgoed Driessen in de gemeente Waalwijk	425			43,00	275,00
3	Aanleg retentievijver industrieterrein Everdenberg	700	7,00		16,50	
4	Infiltratie /hergebruik hemelwater Doonheide te Gemert	1798	2,10	1,10		
5	Waterretentiebekken voor industrieterrein Moortveld te Liessel	200	0,90			
6	hemelwaterretentie bedrijventerrein De Amert te Veghel	500	14,00			
7	Waterretentiebekken Sliepenvijver rioolwateroverstort Someren	335	3,60			
8	Retentievoorziening Geersloot te Vlijmen	500	3,00			
9	Aanpassen RWZI-Land van Cuijk	2900				4000,00
10	Proefproject de Blauwe Transformatie	750			10,00	5,00
11	Aanleg van bergbezinkbassins	47000	35,00			
12	Ontkoppeling van verhard oppervlak in openbaar stedelijk gebied	4400			60,00	10,00
13	Ontkoppeling van verhard oppervlak van niet-openbaar terrein	4400			60,00	10,00
14	Stimuleren van gebruik van hemelwater bij particulieren en bedrijven	1000				3,00
15	Integraal Waterbeheer woonwijk De Vliet	3736			72,00	46,52
16	Aanleg bergbezinkbassins (bbb) en andere randvoorzieningen	10625	7,50			
17	Afkoppelen nieuw stedelijk gebied	4207			520,00	3900,00
18	Afkoppelen bestaand stedelijk gebied	4038			67,00	635,00
19	Aanleg retentievijvers Katsbogte Zuid en Vossenbergh West (industrieterreinen)	1040	40,00		80,00	600,00
20	Vergroten effectieve bergingscapaciteit rioolstelsel	6800	0,30			100,00
		95502	113,40	1,10	928,50	9589,52



Kaart 1:

Overzicht van de IRMA - projecten in de provincies:
Antwerpen, Limburg (B), Noord-Brabant